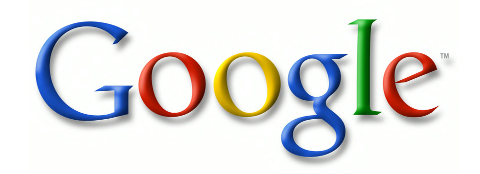
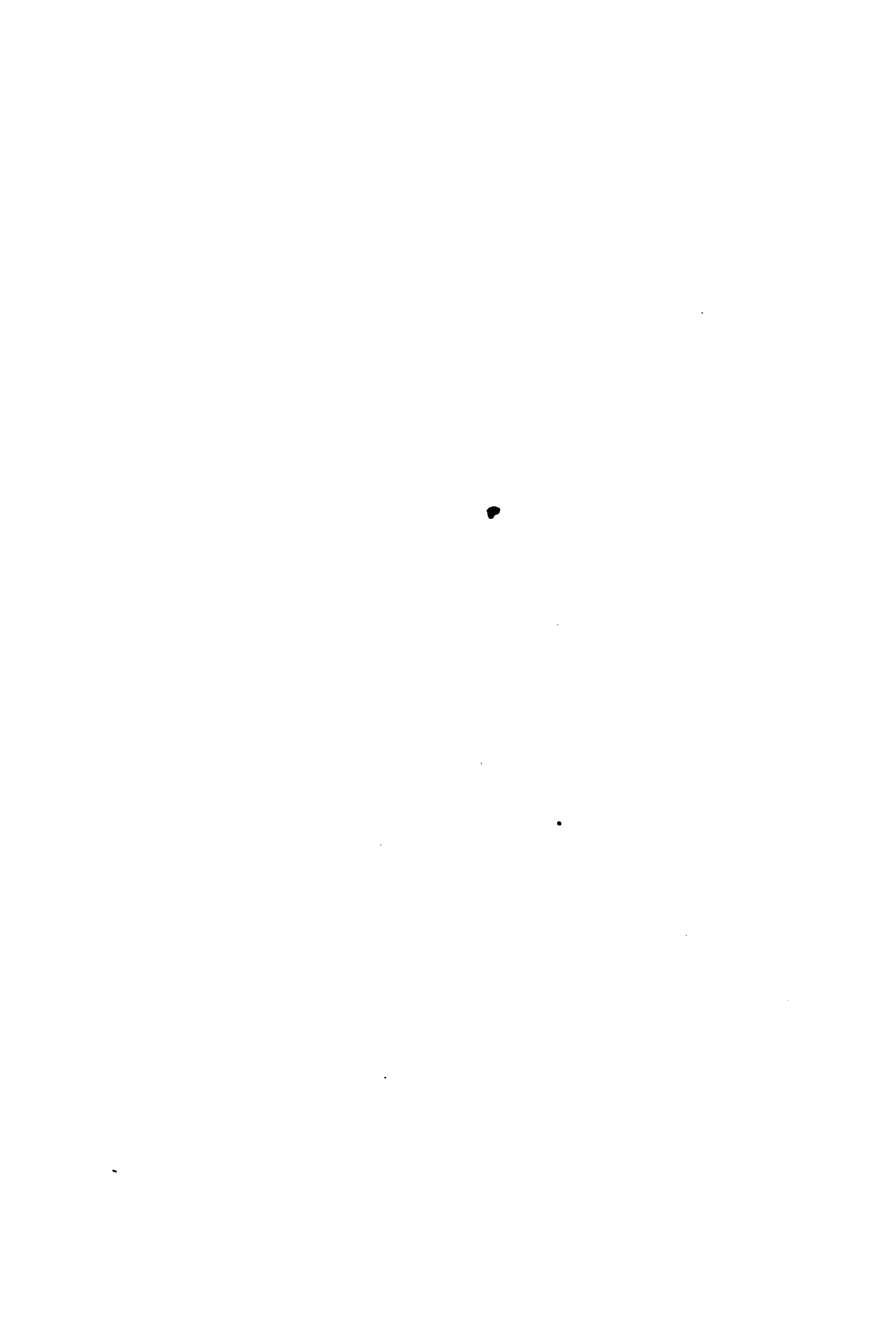





ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
SIGILLVM
VE RI TAS
CHRISTO ET ECCLESIAE



Handbuch
der
chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet
und herausgegeben
von
Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von
Dr. C. Engler,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Ersten Bandes zweite Gruppe, zweite Abtheilung:

Die Industrie der Mineralöle.

Erster Theil:

Die Erdöl-Industrie

von
Hans Höfer und Ferd. Fischer.

Erste Lieferung:

Das Erdöl (Petroleum) und seine Verwandten

von
Hans Höfer,
ord. öff. k. k. Professor an der k. k. Bergakademie Leoben ꝛc.

Mit eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1888.

Das Erdöl

(Petroleum)

und seine Verwandten.

Geschichte,
physikalische und chemische Beschaffenheit, Vorkommen,
Ursprung, Auffindung und Gewinnung
des Erdöles

von

Hans Höfer,
ord. öff. k. k. Professor an der k. k. Bergakademie Leoben,
Ehrenmitglied des naturhistorischen Landesmuseums von Kärnthen, des Fr. D. Hochstifts und des amerikanischen
Instituts der Bergingenieure, corresp. Mitglied der geologischen Gesellschaft in Belgien,
der Revue universelle des mines u. s. w.

Mit eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1888.

Vorrede.

Die Literatur über Erdöl ist eine sehr umfangreiche; die Kataloge von St. Gulischambaroff und S. F. Peckham geben hiervon ein Bild.

Die Petroleumindustrie ist eine sehr junge, denn sie zählt kaum drei Decennien; sie nahm einen ungeahnt raschen Aufschwung und im gleichen Maße wuchsen unsere Kenntnisse über die Natur des Rohproductes und seines Vorkommens. Berücksichtigt man ferner, daß die Chemie der Kohlenhydrüre in den letzten Jahren gleichfalls ganz wesentliche Veränderungen durchlebte, daß die Trennungs- und Bestimmungsmethoden stetig verbessert wurden, daß sich die Hypothesen und Theorien über Ursprung u. dgl. zumeist nur auf einen verhältnißmäßig kleinen Erfahrungskreis aufbauten, so wird man anerkennen, daß ein beträchtlicher Theil dieser ausgedehnten Erdölliteratur dermalen geringwerthig, ja werthlos ist. Doch auch er hat ein Recht, gesichtet zu werden, bevor man ihn dem Vergessen widmet.

Vor etwa zehn Jahren erschien mein Bericht über die Petroleumindustrie Nordamerikas; seit jener Zeit habe ich der Naturgeschichte und Technologie des Erdöls stetig ein besonderes Interesse gewidmet. Der Munificenz des hohen k. k. Ackerbau-Ministeriums verdanke ich nicht bloß die Gelegenheit, nordamerikanische, sondern auch alle hervorragenderen galizischen Petroleumgebiete bereisen zu können; zu letzteren führten mich wiederholt auch private Anlässe.

So mehrten sich meine Aufschreibungen und gleichzeitig auch die Literaturnotizen, sie erheischten die Durchsicht, die einheitliche, kritische Bearbeitung.

Den unmittelbaren Anstoß hierzu gaben mir Vorlesungen über die Geologie und Technologie des Petroleums, welche ich wiederholt an der

hiesigen k. k. Bergakademie hielt. Aus einem Theile der Vortragsschriften entstand das vorliegende Werk, welches jedoch nur die Naturgeschichte des Erdöls und seiner Verwandten behandelt und welches versucht, sowohl den wissenschaftlichen Ansprüchen gerecht zu werden, als auch den Bedürfnissen der Praxis zu entsprechen.

Nicht das Aneinanderreihen einer großen Zahl nur örtlich zutreffender oder local wichtiger Beobachtungen ist die Aufgabe dieser Schrift, sondern sie bestrebt sich nach Möglichkeit, allgemein oder vielfach gültige Gesichtspunkte zu schaffen und Wege anzudeuten, die zu demselben Ziele führen können. So mußte ich mich beispielsweise im V. Hauptabschnitte, das „Vorkommen" behandelnd, damit begnügen, die geologischen Eigenthümlichkeiten der Bitumina übersichtlich zu kennzeichnen, also ein Bild zu schaffen, in welchem die localen Details fehlen und welche sich der Leser an der Hand der vielen Sammelwerke und Einzelbeschreibungen, auf die durch Fußnoten aufmerksam gemacht wird, nach Bedarf einzeichnen kann.

Die weitere praktische Folgerung aus unserem Wissen über die Art und Weise des Vorkommens des Erdöls und seiner Verwandten äußert sich in den Principien des Schürfens (Aufsuchens) dieses nutzbaren Naturproductes. Dieser technisch wichtigen Frage ist der VII. Abschnitt gewidmet, der sich bestrebt, allgemein gültige Anleitungen zu derartigen Untersuchungen zu geben, die den jeweiligen örtlichen Eigenthümlichkeiten des Erdölvorkommens leicht angepaßt werden können.

In diesem Capitel ist auch die Gewinnung des Erdöls in ihren Principien besprochen; die Beschreibung der Ausführung derartiger Arbeiten kann aus den Büchern über Bergbau und Erdbohren entnommen werden, so daß in der vorliegenden Studie bloß auf gewisse Eigenthümlichkeiten des speciellen Erdölbetriebes hinzuweisen erübrigte.

Das Resultat der erwähnten Gewinnungsarbeiten findet im letzten Capitel, welches der Erdölstatistik gewidmet ist, eingehende Berücksichtigung. Jeder, der eine ähnliche Arbeit versuchte, wird die ungewöhnlich großen, sich theilweise auch der Discussion entziehenden Schwierigkeiten anerkennen, welchen man speciell in diesem Zweige der Bergbauproduction begegnet. Wenn auch die gegebenen Zahlen — wie so häufig in der Statistik — keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit erheben können, so dürften sie dennoch ausreichen, um ein im Allgemeinen richtiges Bild von der wirthschaftlichen Bedeutung der Erdölerzeugung der gesammten Erde und jener der einzelnen Gebiete zu geben.

Die Untersuchungen über das Vorkommen des Erdöls und seiner Verwandten leiten jedoch auch auf eine andere, vorwiegend wissenschaftlich interessante Frage, auf jene über den Ursprung des Erdöls. Die vielen in dieser Hinsicht aufgestellten Hypothesen leiden an argen Widersprüchen. Letztere sind theilweise darin begründet, daß eine locale Beobachtung mit allen ihren Zufälligkeiten zur genetischen Erklärung als ausreichend angesehen wurde, theils auch darin, daß bei diesen Untersuchungen von einer gar nicht bewiesenen, doch scheinbar plausiblen Voraussetzung ausgegangen wurde; legt man jedoch an solche Erklärungsversuche die Kritik, die sich auf die ausgedehnte Beobachtung stützt, so erweisen sie sich als unhaltbar. Ein anderer Mißstand liegt darin, daß sich sowohl Geologen, als auch Chemiker in gleichem Maße, und zwar auf Basis ihrer speciellen Wissensgebiete, berufen fühlten, die genetische Frage zu entscheiden. Wenn auch nicht geleugnet werden kann, daß die schließliche Entscheidung hierüber stets dem Geologen zufallen muß, so wird auch von diesem zugestanden werden, daß dieses Problem nur dann befriedigend gelöst ist, wenn die gegebene Erklärung der Entstehung des Erdöls und seiner Verwandten auch den Einwürfen der Chemiker gegenüber vollends gewappnet entgegen treten kann. Es wird sich die Hypothese zur Theorie emporschwingen, wenn sie den Erfahrungen der Geologen und der Chemiker im gleichen, vollen Maße entspricht.

Nach kritischer Durchsicht der vielen Versuche zur Lösung dieser interessanten Frage, der stichhaltigen und scheinbaren Beweis- und Gegengründe, kam ich auf Grund der chemischen und geologischen Eigenthümlichkeiten eben so wie vor zehn Jahren zu der Ueberzeugung, daß das Erdöl thatsächlich von thierischen Resten abstammt.

Viele werthvolle Monographien über die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Erdöls und des Erdgases einzelner Fundstätten, häufig nur einzelne Glieder der Kohlenwasserstoffreihen behandelnd, sind weit zerstreut in der Literatur; sie allgemein und dem dermaligen, nach mancherlei Wandlungen erreichten Standpunkte der Petroleumchemie entsprechend zusammen zu fassen, den Leser über die Natur der Bitumina in allen ihren bisher untersuchten Abarten im Gemeinsamen und Verschiedenen zu orientiren, ist einer der Zwecke dieser Schrift.

Dieser Abschnitt soll auch den Grund bilden, auf welchem sich der II. Theil dieses Werkes über die **Erdöl-Industrie** vorwiegend aufbaut und der speciell der Verarbeitung des gewonnenen Rohöls zu Leuchtöl,

Paraffin, Schmieröl u. s. w. gewidmet ist; die Bearbeitung desselben besorgt Herr Dr. Ferd. Fischer in Hannover; ein baldiges Erscheinen des II. Theiles ist mit vollem Grunde anzuhoffen.

Nachdem diese beiden Theile sich zur Aufgabe stellen, unser gegenwärtiges Wissen über das Erdöl und seine Verwandten, deren Natur, Vorkommen, Gewinnung, Verarbeitung und Verwendung zusammen zu fassen, so durfte füglich auch ein geschichtlicher Rückblick nicht fehlen, welcher in dem I. Theile eingeschaltet wurde. Hierbei mußte, der Natur dieses Abschnittes entsprechend, die Entwickelung jedes einzelnen Productionsgebietes behandelt werden. Obzwar ähnliche Studien bereits vorliegen, so dürften dennoch vielfache Ergänzungen und Berichtigungen, sowie auch die Gliederungen des historischen Materials einigem Interesse selbst bei dem vollends eingeweihten Leserkreise begegnen.

Die vorliegende Schrift ist in ihrer Art vollends neu; sie ist der erste Versuch, eine allgemeine Naturgeschichte des Erdöls und seiner Verwandten zu geben; diese Thatsache läßt vielleicht die Mängel vergessen, welche ja fast jedem derartigen Beginnen anhaften.

Ich habe früher der fördernden Unterstützung meiner Studien durch das hohe k. k. Ackerbau-Ministerium gedacht; dies öffentlich in voller Dankbarkeit auszusprechen, ist eine meiner angenehmsten Pflichten.

Leoben, im Mai 1888.

H. Höfer.

Inhalt.

Handbuch
der
chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet
und herausgegeben
von

Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von

Dr. C. Engler,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Ersten Bandes zweite Gruppe, zweite Abtheilung:

Die Industrie der Mineralöle.

Erster Theil:

Die Erdöl-Industrie

von

Hans Höfer und Ferd. Fischer.

Erste Lieferung:

Das Erdöl (Petroleum) und seine Verwandten

von

Hans Höfer,
ord. öff. k. k. Professor an der k. k. Bergakademie Leoben &c.

Mit eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1888.

I. Eintheilung und Benennung der Bitumina.

Die in der Natur vorkommenden bituminösen Körper können gasförmig, flüssig oder fest sein. Sie bestehen vorwiegend aus Kohlen- und Wasserstoff und nur hier und da tritt noch Sauerstoff in größerer Menge in die Verbindung.

Alle Bitumina gehören demselben Bildungsvorgange an; die schwereren — die später genannten Glieder der unten folgenden Reihe — sind meist theils durch partielles Verdampfen, theils durch chemische Umänderung aus den leichteren entstanden.

Die flüssigen und festen Bitumina unterscheiden sich von anderen Organolithen, wie z. B. den Mineralkohlen, durch ihre Löslichkeit in Terpentinöl, Benzol, Aether ꝛc.

Das Erdöl löst ebenfalls feste Bitumina; verdampft ersteres, so scheiden sich letztere wieder aus, ein Vorgang, der auch in der Natur statt hatte.

Die bituminösen Körper können eingetheilt werden in:

I. Gase . . . 1. Erdgas (natürliche Brenngase).

II. Flüssigkeiten: (Erdöle)
- 2. Steinöl und Naphtha (leichtflüssig, leichtflüchtig, wasserklar);
- 3. Erdöl und Petroleum (flüssig, ziemlich flüchtig, gefärbt);
- 4. Erdtheer, Bergtheer und Maltha (zähflüssig, braunschwarz).

III. Feste Körper:
- 5. Erdwachs (knetbar, gelb bis braun);
- 6. Erdpech (knetbar, schwarz, in sehr dünnen Lagen braun);
- 7. Asphalt (spröde, schwarz).

Unsere Untersuchungen werden sich vorwiegend mit den flüssigen Bitumina befassen, welche wir generell „Erdöle“ benennen; doch sind die anderen Gruppen so innig hiermit verbunden, so daß wir dieselben wiederholt berücksichtigen

werden, eingehender dann, wenn sie in nachweisbarer Verbindung mit dem Erdölvorkommen stehen.

Die genannten Bitumina treten in der Natur auch in Mengung mit anderen Körpern auf; hierbei können wir unterscheiden:

Gemenge mit Mineralkohle:

a) Mit Braunkohle: Dysodil, Jet;
b) „ Schwarzkohle: Cannel-, Boghead-, Plattel-Kohle, Torbanit.

Gemenge mit unorganischen Massen (Gesteinen):

a) Oelgesteine, z. B. Oelschiefer, Oelsandstein (mit Erdöl oder Erdtheer);
b) Asphaltgesteine, z. B. Asphaltkalk, Asphaltsand (mit Asphalt, zum Theil auch Erdtheer).

Durch die erwähnten Lösungsmittel kann der bituminöse Antheil häufig aus den erwähnten Gemengen extrahirt und durch Verdampfen des ersteren bestimmt werden.

Namen.

Mit **Erdöl** bezeichnet man entweder die ganze Gruppe der flüssigen Bitumina oder nur jene gefärbten Arten, welche, am häufigsten vorkommend, den gewöhnlichen Grad der Beweglichkeit haben, während die zähflüssigen als **Erdtheer**, die leichtflüssigen als **Steinöl** abgetrennt werden können.

Zum Unterschiede von Raffinaden wird das natürliche Erdöl auch **Rohöl** genannt.

Der Begriff **Petroleum** (πετρος = Fels, Gestein und oleum = Oel) wird in vielen Sprachen als synonym mit Erdöl gebraucht; er wird jedoch allgemein auch für ein gewisses, aus letzterem erhaltenes Destillat (Leuchtöl oder Kerosin) angewendet, weshalb es angezeigt erscheint, ihn nur im letzteren Sinne zu gebrauchen.

Naphtha (Naphta; persischen, richtiger medischen[1]) Ursprunges, abgeleitet von nafata = ausschwitzen) wird örtlich, z. B. in Galizien und Rußland, in gleichem Sinne wie Erdöl angewendet, während ursprünglich damit die wasserklaren und leichtflüchtigen Abarten bezeichnet wurden. In Amerika, zum Theil auch in Europa, werden leichtflüchtige Destillate des Erdöles ebenfalls Naphtha genannt.

Schon **Dioscorides**[2]) und **Strabo**[3]) erwähnen die Naphtha und **Plinius**[4]) spricht von ihr, von Bitumen liquidum candidum und in der

---

[1]) Nach Asiat. Journ. XIII, p. 124. [2]) I, 101. [3]) XVI, I, §. 15. [4]) II, 109; XXXV, 51.

Mitte des 16. Jahrhunderts **Agricola** von Naphtha flos bituminis[1]), von Liquidum bitumen, nunc vocatur Petroleum[2]).

Andere Bezeichnungen für Erdöl sind auch:

Ropa, Ropianka (slavisch, in Galizien üblich);
Pekureti (rumänisch);
Minéral oil, crude oil (englisch);
Bitume liquide, huile de naphte, Pétrole (französisch);
Yenan (burmesisch);
Sekinoyu (japanisch); das Steinöl wird **Sekischitza** genannt;
Shi-yu (chinesisch).

Der **Erd-** oder **Bergtheer** erscheint in der Literatur der Griechen und Römer bei **Dioscorides**[3]) als **Pittolium** (πιττα = Pech) und als **Pittasphaltos** (πιττασφαλτος), bei **Plinius** als **Pissaphaltus**[4]) und als **Maltha**[5]) (von μαλθη = weiches Wachs). Französisch wird er **Bitume visqueux, Bitume glutineux, Poix minéral, Minéral graisse** genannt.

In Galizien, speciell in Boryslaw, wird mit **Kendebal** (Kundebal) ein Uebergang von Erdtheer in Erdwachs bezeichnet.

Das **Erdwachs** ist mineralogisch vorwiegend durch den Ozokerit vertreten; ersteres heißt auch **Naphthgil, Neftgil** an den Ufern des Kaspischen Sees, insbesondere bei Baku, **Gumbed** in Amerika, **Goudron minéral** (französisch), **Brea** (spanisch).

Die verschiedenen Synonyma für **Asphalt** stellte **Zincken**[6]) zusammen: **Judenpech**; **Bitume compacte** (französisch); **Smola** (slavisch); **hemâr** und **kofer** der alten Hebräer; **chumal** (humar) der alten, **Elhumar** der jetzigen Araber; **kupru** auch **amâru** und **idulu** der Assyrer; **mur** auch **aschir**, brennendes Wasser des ältesten babylonischen, des sumarischen, akadischen Volkes; **Abu Thâbun** = der am Ufer des Todten Meeres ausgegrabene, mit Sand u. dergl. verunreinigte Asphalt der Syrier; **Dorekioei-Teirekisa** der Japanesen. Hiervon beziehen sich einige Bezeichnungen theilweise auch auf Erdpech.

In der Umgebung von Baku findet sich ein erdiger Asphalt, **Kirr, Kar, Katrau, Kitrau, Katirau** genannt, der auch noch etwas Erdwachs enthält.

Die mit **Albertit** und **Grahamit** bezeichneten Mineralien gehören in die Gruppe der Asphalte.

---

1) Ort. Caus. Subt. 45 (1844). 2) Nat. Foss. 222 (1546). 3) I, 100. 4) XXIV, 25; XXXV, 51. 5) II, 108. 6) Die geol. Horiz. foss. Kohlen ꝛc. 111.

II. Geschichte.

A. Aelteste Geschichte; mediterrane Culturgebiete.

Das Bitumen, theils in fester, theils in flüssiger und gasiger Form, findet man in den frühesten Aufschreibungen[1]) verschiedener Culturvölker erwähnt und ist uns die Art und Weise des Gebrauches zum Theil bis zu dem heutigen Tage in Resten erhalten; doch bis zum Jahre 1859, als Colonel Drake, der Schöpfer der modernen Petroleumindustrie, in Pennsylvanien den

---

[1]) Aelteste Literatur über Bitumen: Bibel: Genesis 6, 14; 11, 3; Exodus 2, 3. Herodotus (450 v. Chr.): Hist. libr. I, 119, 178, 179; IV, 195; VI, 119. Ktesias (400 v. Chr.): Fragment cap. X, p. 250 (Edit. Baehr), (op. Pholium p. 68). Hippokrates (400 v. Chr.): S. 284, 19; 490, 40. Xenophon (375 v. Chr.): Anabasis I, 2; II, 4, 12; Cyrop. VII, 5, 22. Aristoteles (360 v. Chr.): Mirab. auscult. 139. Theokrit (250 v. Chr.): 16, 99, 100. Nikander (150 v. Chr.): Theriaka, 44, 525, 569, 26; 570, 26; 575, 25. Diodorus Siculus (25 v. Chr.): Bibl. hist. I, 9, 99, 101; II, 7, 12, 48, 69; XIX, 98. Vitruvius (25 v. Chr.): De architectura XXIII, 6; VII, 3; VIII, 3. Strabo (25 v. Chr.): Geogr. I, 5; VI, 763; XVI, 1, 2, 74 (Edit. Kraemer I, 5, 21; II, 25, 43, 45). Ovid: Metam. 4, 57. Seneca (25 n. Chr.): Epist. 79, §. 3 (Edit. Ruhkopf). Plinius d. Aelt. (50 n. Chr.): Hist. nat. II, 106, 108 bis 111; V, 14, 27; VII, 13, 15; XXXV, cap. 15, sec. 51; LIII, 51. Curtius (? 50 n. Chr.): I, 1. Dioscorides (60 n. Chr.): De materia medica I, 99, 101; V, 146. Plutarch (66 n. Chr.): Alexandrus c. 35, 57. Tacitus (80 n. Chr.): Hist. V, 6, 7. Josephus (100 n. Chr.): Antiqu. judaicae I, 3, 4, 9; II, 9. De bello jud. I, 33; III, 10; IV, 7, 8, 4; V, 5. Aelianus (120 n. Chr.): Var. hist. libr. XIII, 16. Ptolemäus (125 n. Chr.): V, 16, §. 3. Flavius Arrianus (150 n. Chr.): Anabasis libr. VII, 17, 1. Galenus (170 n. Chr.): p. 224 (Edit. Krehn). Dio Cassius (200 n. Chr.): Hist. XLI, LXVIII, 14. Herodianus (240 n. Chr.): Hist. VIII, 1, 25. Justinus (? 300 n. Chr.): 1, 2. Ammianus Marcellinus (390 n. Chr.): XXIII (Pyrisabora). Orosius (400 n. Chr.): II, 7. Isidor (600 n. Chr.): Etymol. XVI, 2. Suidas (975 n. Chr.): p. 187 (Edit. Becker). Lukianos (n. Chr.): Pseud. Alex. c. 22. Leontinus (n. Chr.): Geogr. libr. 15, cap. 8, p. 1095.

ersten Bohrbrunnen auf Erdöl mit überraschendem Erfolge abteufte, war die Verwendung des Rohöles eine ganz untergeordnete, obzwar viele Bitumenfundorte längst bekannt waren.

Verwendung.

Schon eines der ersten Blätter der Bibel berichtet, daß Noah seine Arche mit Asphalt dichtete, eine Anwendung, die auch andernorts im Alterthume üblich war, und sie erzählt auch, daß die Mutter des Moses das Schilfkästchen, in welchem sie ihren Sohn dem Nil anvertraute, ebenfalls mit Asphalt (?) vor dem Eindringen des Wassers sicherte. Ein Gleiches erzählt uns das Fragment eines Ziegels, der einst in der Bibliothek des Königs Sardanapal zu Ninive stand, vom nordbabylonischen König Sargon I., dessen Mutter ihn in ein Schilfrohrkästchen legte, dessen Deckel mit Asphalt schloß und dem Euphrat übergab; Akki, der Wasserträger, zog den Findling auf [1]).

Die Bibel (Genesis 11, 3) berichtet ferner, daß beim Thurmbau von Babel Asphalt (Bitumen) als Mörtel benutzt wurde.

Im Buche Esther ist das Bitumen Gegenstand eines Räthsels, welches die Königin von Saba dem König Salomon zu lösen giebt.

Die Aegypter balsamirten die Leichen mit Asphalt, welchen sie nach Strabo vorwiegend vom Todten Meere bezogen. In Aegypten und Mesopotamien findet man in den alten Städten den Asphalt als Cement und zum Dichten der Cisternen und Kornkammern verwendet und schützte man letztere mittelst desselben vor Feuchtigkeit.

Die babylonischen Ruinen beweisen die Anwendung des Asphalts als Mörtel zur Verbindung der Backsteine sowohl bei Tempeln, als auch bei den hängenden Gärten und anderen Profanbauten, und zwar wurde er vorwiegend nur an den Außenseiten gebraucht. Die Bauten Nebukadnezar's und der Semiramis zeigen solche Verbindung. Diese Bauweise wird in der ältesten Literatur (Moses, Strabo, Vitruvius, Herodot, Plinius, Quintus Curtius Rufus, Josephus, Berosus, Ammianus Marcellinus, Trogus, Aristophanes, Ovid, Theokrit ꝛc.) insbesondere von Babylon wiederholt erwähnt; doch auch Ktesiphon (nach Diod. Sic.) und Medea in Susiana (nach Xenophon) waren auf gleiche Weise aufgeführt.

Auch die großartigen Mosaikpflasterungen und die herrlichen Inschriftplatten in den Tempeln und Palästen des babylonischen Reiches haben Asphalt als Cement. In einer assyrischen Ruine zu Kassan unweit Bagdad wurde ein Asphaltfußboden gefunden.

---

1) F. Delitzsch: Wo lag das Paradies? 1884.

Bei Babylon wurden die hölzernen Wände und Thüren, um sie gegen die Witterungseinflüsse zu schützen, mit Erdtheer bestrichen und Xenophon weist auf die hiermit verbundene große Feuergefährlichkeit hin.

Schon die alten Hebräer benutzten Bitumen als Heilmittel. Josephus und auch Plinius erwähnen die Verwendung des Asphalts als Arznei, eingehend jene Krankheiten aufzählend, bei welchen er mit Erfolg anzuwenden ist, so auch Dioscorides, Hippokrates und Elamini. Der Heilwirkung des Asphalts gedenken kurz auch Galenus, Honain, die Araber Ebn-Beïthar und Abou-Abd-allah-Mahamed (ca. 370 J. n. Chr.), jener der Naphtha Dioscorides und die arabischen Aerzte Masch Ben, Elthabiri, Ebn Sina.

Elamini erwähnt auch, daß der Asphalt die Würmer auf den Bäumen ankittet und sie an der Zerstörung der Augen der Reben des Weinstocks hindert; dies soll nach C. Zincken jetzt noch von den Arabern mit dem in Oel gekochten Asphalt geschehen.

Nach Diodor soll in Babylon Asphalt auch als Brennmaterial verwendet worden sein, und Posidonius berichtet von der Verwendung der dunkeln Naphtha statt des Oeles als Leuchtstoff in den Lampen. Plinius erwähnt der Quellen in Agrigent, welche das „sicilianische Oel" zum Brennen in Lampen lieferten.

Der Talmud Schabbath 26a bestimmt, daß die weiße Naphtha wegen ihrer Feuergefährlichkeit insbesondere nicht am Sabbath gebrannt werde.

Plinius d. Aelt. erzählt, daß die Sancosataner ihre Stadt gegen Lucull dadurch vertheidigten, daß sie brennende Maltha auf die Angreifer schleuderten. Aehnliches berichtet auch Herodianus von der Stadt Aquileja gelegentlich ihrer Vertheidigung gegen Maximianus.

Die Verwendung als Schmieröl war ebenfalls bekannt (Plinius).

Nach Lukianos wurde Asphalt zu einem Gemenge, mittelst dessen Schriftstücke versiegelt werden, benutzt.

Plinius berichtet, daß mit Asphalt Kupfergefäße, um sie vor dem Feuer zu schützen, bronzene Bildsäulen, Eisengegenstände, insbesondere Nägelköpfe überzogen wurden.

Mit Wachs und Pech gemengt, wurde die Maltha (Bergtheer) bei den Schreibtäfelchen verwendet.

Eigenschaften.

Wiederholt, zuerst bei Eratosthenes, finden wir eine merkwürdige Eigenschaft der Naphtha erwähnt: Sie zieht eine nahe Flamme an und geräth in Brand, der durch Wasser nicht oder nur durch große Mengen desselben, wohl jedoch durch Erde, Heu &c. löschbar ist. Plinius d. Aelt. erzählt, daß Medea die Krone ihrer Nebenbuhlerin mit Naphtha bestrich, so daß ihre

Feindin beim Opfern Feuer fing und verbrannte. Er erwähnt auch des Aberglaubens, daß der Asphalt des Todten Meeres so fest an Allem klebe, daß er nur von einem mit profluvium mulierum (ein Gift) befeuchteten Faden des Netzes, mit welchem der Asphalt gesucht wurde, abgetrennt werden könne.

Entstehung.

Strabo hält den Asphalt des Todten Meeres für vulcanischen Ursprunges. Servius gedenkt der Sage, daß der Asphalt durch Blitze erzeugt werde, welche bei Babylon in reicher Menge niederfallen.

Vorkommen und Gewinnung.

Die Bitumenvorkommen von Babylon und im Todten Meere werden zuerst erwähnt und ihrer wird auch am meisten gedacht.

Von Babylon berichtet schon Herodotus (ca. 450 J. v. Chr.), daß acht Tagereisen hiervon (100 geogr. Meilen Luftlinie) stromaufwärts die Stadt Is, das jetzige Hit (Ait), an einem kleinen Flusse gleichen Namens steht, der sich daselbst in den Euphrat ergießt. Der Is brachte viele Bitumenstücke, die aufgesammelt und nach Babylon für Bauzwecke gebracht wurden. Ueber das Bitumenvorkommen bei Babylon finden wir noch Nachrichten bei Herodot, Diodor, Dio Cassius, Strabo, Plutarch, Quintus Curtius Rufus.

Noch jetzt findet man bei Hit und im Bereiche des alten Babylon Erdöl und Asphalt, insbesondere in der Umgebung von Mennis, vier Tagereisen südlich von Arbella, welches nach Curtius auch von Alexander besucht und dessen Bitumen beim Bauen Babylons verwendet wurde. Strabo erwähnt von Cerbela in Babylonien, daß sich daselbst eine Erdölquelle und auch mehrere Feuer befinden, und Amm. Marcellinus erwähnt bei der Beschreibung des Feldzuges des Kaisers Julianus gegen die Perser (363 n. Chr.) eine Erdölquelle beim See Sosingites (?). Nach Eratosthenes kam Naphtha auch bei Susa vor.

Herodotus beschreibt die in Babylon üblich gewesene — und auch noch dermalen in Susiana gebräuchliche — Gewinnungsart etwa wie folgt: In Ardericca ist ein Brunnen, welcher drei verschiedene Substanzen liefert, Asphalt, Salz und Oel, aus welchem mittelst eines Schwengels, an dessen einem Ende ein Kübel aus Thierhaut angehängt ist, die Mischung von einem Manne ausgehoben und in ein Gefäß, welches in verschiedenen Höhen Ausflußöffnungen hat, gegeben wird; das Oel, von den Persern Rhabinance genannt, wird gesammelt; es ist schwarz und hat einen starken Geruch.

Plinius gedenkt auch der comagenischen Stadt Samosata am Euphrat (Nord-Syrien), bei welcher in einem See ein brennender Schlamm, der nur Maltha (Erdtheer) gewesen sein kann, ausgeworfen wurde.

Plutarch berichtet ausführlich von einer Quelle stetig brennenden Feuers und von einem Bache von Erdöl, einen Teich bildend, bei Ekbatana, dem heutigen Hamadan (Persien); das Oel ist leicht entzündbar und erweckte die besondere Aufmerksamkeit Alexander's des Großen, welcher verschiedene Beweise von seiner leichten Brennbarkeit bekam. Ein mit Erdöl übergossener Mann fing rasch Feuer und die damit besprengten Straßen der Stadt standen bald in Flammen.

Plutarch erwähnt ferner noch die Tradition, daß ein Gepäckträger Alexander's des Großen an den Ufern des Oxus eine Grube machte, aus welcher ein natürliches Oel hervorkam. Alexander drückte hierüber seine Bewunderung in einem Briefe an Antipater aus.

Dioscorides berichtet von einem Asphaltvorkommen von Sidon in Syrien, dessen erdige Beschaffenheit — gegenüber jener des Todten Meeres — Plinius hervorhebt.

Sehr häufig und eingehend wird das Asphaltvorkommen im Todten Meere besprochen, welches deshalb auch Asphaltis genannt wurde. Schon im ersten Buche Moses wird dieses Vorkommens gedacht; überdies berichten hierüber Diodorus Siculus, Dioscorides, Plinius, F. Josephus, am ausführlichsten Strabo, dem wir auch Nachstehendes vorwiegend entnehmen.

Es wird auf die hohe Dichte des Wassers des Todten Meeres hingewiesen, vermöge welcher Menschen und Thiere nicht untersinken; es wird erwähnt, daß zu unbestimmten Zeiten weitgedehnte Blasen aufsteigen, welchen eine große, anfänglich ganz weiche, geschmolzene Asphaltmasse, in Gestalt und Größe oft stierkopfähnlich, folgt; es wird ferner erwähnt, daß eine stark riechende Luftart, welche etwa 20 Tage vor dem Erscheinen des Asphalts bemerkbar wird, alle Metalle, ausgenommen Gold, rostig macht. Die Gewinnung des Asphaltes, der von manchen Autoren als der beste bezeichnet und deshalb auch von den Aegyptern mit Vorliebe gekauft wird, wird wiederholt und übereinstimmend beschrieben, darin bestehend, daß die Leute eine zusammengebundene Rohrmasse als Boot benutzen und mit diesem dem Asphaltklumpen zusteuern, um ihn am Boote zu bergen. Auch die bei den Eingeborenen verbreitete Sage, daß an dieser Stelle einst 13 Städte mit der großen Hauptstadt Sodom standen und daß diese während eines Erdbebens, bei welchem die Felsen ins Glühen kamen und mehrere Städte versanken, zerstört wurden und aufsteigende heiße, asphalt- und schwefelhaltige Quellen das Todte Meer bildeten, wird erwähnt [1]).

Strabo, der in diesem Gebiete auch noch andere Zeichen einstiger vulcanischer Thätigkeit erkannt haben will, erwähnt darunter auch das Hervorquellen von Pechtropfen bei Moasada; siedende Bäche verbreiten auf weithin einen üblen Geruch.

---

[1]) Eine ähnliche Erscheinung trat am 18. Juni 1882 in dem Hochlande Kara-Yaila bei Tarsus (Pasch. Itschil) auf.

Von Asien erwähnt Vitruvius noch Fundstellen in Syrien, Cilicien (Fluß Liparis), Arabien und Indien.

Von den europäischen Fundorten werden insbesondere diejenigen auf den Inseln Zante und Sicilien und von Albanien mehrfach erwähnt.

Das Vorkommen auf der Insel Zakynthos (Zante) wird zuerst von Herodotus genannt, welcher sagt, daß auf mehreren Seen, wovon der größte etwa 23 m Durchmesser und 4 m Tiefe hatte, Pech schwimme, welches nach Asphalt rieche; mit Myrthenruthen werde das Pech vom Grunde gehoben; es scheint jedoch Erdöl oder Maltha gewesen zu sein, da er auch erwähnt, daß die Anwohner an dem Ufer Cisternen graben, dort das Pech ansammeln und später von hier in Kannen gießen. Vitruvius, Plinius und Dios berichten ebenfalls über dieses Vorkommen. Es findet sich auch jetzt noch bei Chieri auf Zante ein ausgetrockneter See, dessen einstiger Durchmesser etwa 23 m gemessen hat und in dessen Boden einige kleine Erdpech-Brunnen vorhanden sind, aus welchen jetzt noch mit Myrthenruthen das Oel geschöpft wird.

Dioscorides und Plinius erwähnen das Erdöl von Agrigentum, dem jetzigen Girgenti in Sicilien, woselbst es auf Wasser schwimmend vorkam, mit Rohrbüscheln abgeschöpft und als sicilisches Oel in Lampen gebrannt wurde.

Häufig wird des Vorkommens von Erdöl bei Dyrrhachium in Illyrien (das jetzige Durazzo in Albanien) und bei Apollonia (Pollina) unweit Epidamnus, am Fuße des Berges Acus (Albanien), gedacht, woselbst kalte Quellen häufig Bergtheer (Pittasphalt) emportreiben; der darüber befindliche Berg wirft Feuer aus, an seinem Fuße liegen auch warme Quellen. Nach Theopompus ist neben jener kalten Wasserquelle auch eine Feuerquelle, deren Feuer von dem dabei befindlichen Wasser gelöscht wird (Vitruvius, Aristoteles, Strabo, Dioscorides, Plinius, Aelian, Dio Cassius).

In neuerer Zeit wurde daselbst die Asphaltgewinnung in Angriff genommen.

Als Fundorte von Erdöl und Asphalt werden noch erwähnt: Joppe (Vitruvius), Sidon (Plinius, Dioscorides), Megalopolis im Peloponnes (Aristoteles), Lycien insbesondere bei Phaselis (Plinius, Ktesias, Seneca, Aristoteles), Macedonien (Aristoteles).

Vitruvius nennt als Fundorte in Afrika Seen in Aethiopien, Numidien und Carthago.

Bereits im Vorstehenden wurde wiederholt brennender Gasquellen, z. B. der von Ekbatana, Cerbela, Apollonia u. s. w., gedacht. Die von Caramania wurden vor mehr als zweitausend Jahren von Ktesias erwähnt [1]). Insbesondere Plinius berichtet auch noch von anderen Orten, wo Flammen hervorbrechen, welche wahrscheinlich auf natürliche Gasquellen zu beziehen sind. So erwähnt er von Nymphäum in Illyrien,

---

[1]) Beaufort: Survey of the Coast of Karamania. 1820, 24.

daß dort eine Flamme aus dem Felsen hervorlodert, welche durch Wasser angezündet wurde; eine gleiche tritt aus den Skandischen Wassern in Campanien hervor. In Lycien brennen die Hephästosberge, wenn man sie mit brennenden Fackeln berührt, und die Oberfläche des Berges wird glühend.

In Syrien bei Phaselites brennt der Berg Chimära ununterbrochen (Erdbrand?). In Bactrien brennt Nachts der Gipfel des Kophantes; solche Brände sieht man auch in Medien und bei Sittacon in Persien, insbesondere jedoch zu Susa am weißen Thurme, und zwar aus 15 Oeffnungen, aus der größten auch bei Tage austreten.

B. Die übrigen Erdölgebiete; vorwiegend neuere Geschichte.

Indien incl. Burma.

Die Erdölquellen von Rangun [1]) am Irrawaddy in Burma sind schon seit Langem bekannt.

Die alten Indier fingen das Steinöl mittelst Kotzen auf, die dann ausgewunden wurden.

Die englische Regierung entsendete im Jahre 1765 eine Gesandtschaft zum burmanischen Hof nach Ava. Das Tagebuch des Gesandten Major M. Symes enthält eine Beschreibung der Erdölbrunnen in der Nachbarschaft des Yenangyoung (Erdölbach), eines kleinen Zuflusses des Irrawaddy. Seit längster Zeit wurde von hier aus ganz Burma und ein Theil von Indien mit Brennöl versehen. Viele Boote harrten der Oel-Ladung. Die Jahresproduction der 500 Brunnen wird zu 90 900 t, zwei Jahre später von Capitän Cox zu 92 781 t geschätzt [2]).

Ueber eine zweite Gesandtschaft dahin, im Jahre 1826, berichtet John Crawfurd, und beschreibt eingehend die Erdölbrunnen von Rangun und die daselbst übliche Gewinnungsmethode [3]).

1835 giebt Capitän Hannay die Jahreserzeugung mit 93 000 t an; die Brunnen waren vier Fuß sechs Zoll im Quadrat und erreichten Tiefen bis zu 350 Fuß [2]).

Vor mehreren Jahren fand Dr. Robertson 300 Brunnen, doch die jährliche Ausfuhr war auf 10 000 bis 12 000 t gesunken.

China.

In den ältesten Nachrichten finden wir Petroleumquellen und Gasbrunnen erwähnt. Viele hundert Meter tiefe Bohrlöcher wurden — ebenso wie jetzt —

---

[1]) Rangun ist nur der Verschiffungsplatz an der Mündung des Irrawaddy; das Oelgebiet Yenangyoung liegt 475 km nördlich hiervon stromaufwärts.

[2]) Ch. Marvin: England as a Petroleum Power I, p. 11.

[3]) Journey of an Embassy to the Court of Ava, 1834, p. 261.

mittelst des Meißels am Seil behufs Erschließung von Soolquellen gebohrt, wodurch gleichzeitig auch Gase angefahren wurden, die zur Heizung und Beleuchtung dienten und dienen.

Japan.

Lyman[1]) berichtet über die ältere Geschichte des Erdölvorkommens in Japan, daß in dem Buche Kokushiri yaku erwähnt wird, es sei in Echigo (Niphon) Erdöl (brennendes Wasser) gefunden worden (615 J. nach Chr.); wahrscheinlich war dies bei Kusôdzu, woselbst sehr alte Tagbaue und Brunnen bekannt sind. Dieser Ortsname, welcher stinkendes Wasser bedeutet, wird in diesem Gebiete auch dem Erdöle beigelegt, und ist zusammengesetzt aus Kusai midra; aus der bedeutenden Abänderung des Wortes wird auf sein hohes Alter geschlossen.

In neuerer Zeit wendet die japanische Regierung ihre Sorgfalt auch der Erschließung der Oelfelder — wie es scheint, mit geringem Erfolge — zu.

Halbinsel Apscheron (Kaspi-See).

Ueber die frühere Geschichte von Baku, bezw. der Erdöl- und Gasquellen der Halbinsel Apscheron im Westen des Kaspischen Sees, liegen nur Vermuthungen vor. Es wird angenommen[2]), daß hier schon im 6. Jahrhunderte die Anbetung des Feuers geübt wurde und für möglich gehalten, daß Zoroaster, dessen Heimath der südöstliche Abhang des Kaukasus gewesen sein dürfte, durch die Bakufeuer zur Aufstellung dieses seines Cultus angeregt wurde. Kaiser Heraclius, welcher 624 an der Mündung des Kuraflusses (18 Meilen südw. von Baku) überwinterte, ließ die diesen Uebungen dienenden Tempel von seinen Soldaten niederreißen und die Feuer auslöschen; es dürften somit die Gasquellen stetig gebrannt haben. Doch bald scheinen die Altäre neu entstanden zu sein, als die Araber Persien eroberten und viele Feueranbeter zwangen, sich zu dem entlegenen Baku, oder auf die Insel Ormus im Persischen Golfe zu flüchten; letztere wanderten später nach Indien aus, die Väter der jetzigen Parsen, welche ihrem Glauben treu verblieben. Die heiligen Feuer bei Baku waren bis in die neueste Zeit das Ziel ihrer Pilgerfahrten. Diese nationalen und religiösen Beziehungen dürften auch die Aehnlichkeit des Feuertempels von Baku mit jenem von Jawálamúhki nahe bei Kangra in Punjab (Ostindien) erklären, auf welche G. T. Vigne[3]) zuerst aufmerksam machte.

---

[1]) Geol. survey of the oil lands of Japan. Tokio 1877, 1878, I and II.
[2]) Engler in Dingl. pol. Journ. 260 und 261.
[3]) Travels in Cashmir and Little Thibet, 1842, 133.

Erst Massudi[1]), der um 950 starb, berichtet ausführlich von Quellen weißer und andersartiger Naphtha, welche sich bei Baku, dazumal dem Reiche Schirwan einverleibt, vorfinden; er beschreibt es als ein Nefalaland, d. h. reich an brennenden Naphthabrunnen. Im Mittelalter war die Gewinnung des Erdöls ein einträgliches Monopol der persischen Schahs, welches sie verpachteten; so meldet die arabische Inschrift eines in neuerer Zeit gefundenen Steins, daß dieser Brunnen im Jahre 1003 n. d. Hedschra (ca. 1600 J. n. Chr.) entdeckt und an Allah Jar zur Benutzung verliehen wurde.

Marco Polo besuchte auf seiner Reise nach Innerasien in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts auch Baku, berichtet von der großen Menge des hier vorkommenden Erdöles, auch von einer natürlichen Springquelle, und sagt, das Volk käme von weither, ja selbst aus der Gegend von Bagdad, um sich das Oel zum Brennen zu holen.

Im Jahre 1684 besuchte dieses Gebiet Kämpfer, im Jahre 1784 Forster, welche in ihren Berichten den Ort beschreiben und der hier wohnenden Hindu-Kaufleute und -Bettelmönche gedenken. Diese erwähnt auch J. Hanway, welcher auch die Feuertempel beschreibt und auf die große Menge Erdöls, welches hauptsächlich auf einigen Inseln des Kaspischen Sees vorkommt, hinweist. Er beschreibt ferner eingehender die Tscheleken-Insel, auf welcher während seines Besuches (1743) 36 Familien Erdölbrunnen besaßen und für die Verfrachtung ihrer Waare nicht weniger als zwei Dutzend große Boote im Stande hielten.

Im jetzigen Jahrhundert wurde Baku von Friar Jordanus, Keppel, Usher, Morier, Kinneir, Eichwaldt, v. Baer u. v. A. besucht und werden von ihnen dessen Merkwürdigkeiten, insbesondere die reichlichen Ausbrüche von weißer und schwarzer Naphtha, die Ströme brennenden Oeles an den Gehängen, die Feuertempel ꝛc., beschrieben.

Peter der Große, der Baku im Jahre 1723 von den Persern eroberte, erkannte schon die hohe Wichtigkeit der reichen Erdölquellen und ordnete auch eine Untersuchung und geregelte Ausbeute des Gebietes an; doch diese guten Pläne wurden durch die nun wieder folgende Herrschaft der Perser vereitelt.

Ueber die Productionsverhältnisse, wie dieselben vor etwa 100 Jahren in der Umgebung von Baku bestanden, giebt Reinegg einen sehr schätzenswerthen Bericht, welchen Dr. O. Schneider[2]) zum Theil veröffentlichte und dem wir entnehmen, daß im District Balakhani 25 offene Brunnen bestanden, aus welchen mittelst Schlauchkübel das Oel geschöpft wurde. Der Hauptbrunnen wird täglich, die übrigen werden nur wöchentlich entleert; ersterer giebt ca. 625 Pfund, die letzteren liefern im Durchschnitte 50 bis 80 Pfund täglich. Er beschreibt auch den Oelhandel von Baku, dessen Fürst das Monopol genoß, und sagt, daß die Anwohner sich des Oels sowohl zur Heizung als auch Beleuchtung bedienen.

[1]) Dr. O. Schneider: Naturwissenschaftl. Beiträge, 1883, 232. — Ferner Frähn: Ibn Fozlan, S. 245. [2]) Naturwissenschaftl. Beiträge, 1883, 232.

Als Rußland das Gebiet von Baku im Jahre 1806 dauernd erwarb, erklärte es die Erdölgebiete als Kroneigenthum und die Gewinnung des Erdöls als Monopol. Von 1812 bis 1834 war die Ausnutzung verpachtet (Jahresproduction ca. 3500 t), von da ab bis 1850 wieder in den Händen der Regierung (Jahresgewinn 75000 bis 86000 Rubel). In der nun folgenden Pachtperiode (bis 1872) stieg der Jahresertrag regelmäßig, von 111000 bis 162000 Rubel, und betrug später 136000 Rubel, bei einer einbekannten Erzeugung von etwa 350000 Pud [1]); jedes Pud geförderten Rohöls zahlte 35 Kopeken Pachtzins. Die bis zum Ende der sechziger Jahre dieses Jahrhunderts üblich gewesene, jedenfalls uralte Gewinnung beschreibt Roßmäßler [2]) wie folgt: „Die Naphtha wurde, je nach der Tiefe und Ergiebigkeit des Brunnens, entweder mittelst Menschen- oder Pferdekraft in drei bis vier Pud fassenden, aus Ziegenfellen gefertigten, spitzen Säcken geschöpft, deren obere weite Oeffnung um einen eisernen Ring gespannt war. Durch Rinnen wurde sie in unterirdische, ausgemauerte und mit einem besonderen Kitt stuccaturte Cisternen, die flache, mit Kies und Erde bedeckte Holzdächer oder gewölbte Steindächer hatten geleitet. Aus diesen Cisternen wurde den Käufern die Naphtha abgelassen, welche dieselbe in Burdjugi füllten und entweder auf Kameelen oder in Arben, das sind hölzerne zweirädrige Wagen, deren Räder sechs bis sieben Fuß hoch sind, fortführten. Burdjug nennt man einen nahtlosen Schlauch, welcher aus dem ganzen Fell einer Ziege, eines Schafes oder Ochsen besteht, dessen natürliche Löcher mit hölzernen Knöpfen verschlossen sind; Hals- und Beinlöcher, von denen eins zum Füllen und Entleeren des Burdjugs benutzt wird, sind mit Stricken zugebunden."

Im Jahre 1869 wurde die erste Bohrung nach Erdöl, und zwar von dem Generalpächter J. Mirsoew, durchgeführt.

Vergleicht man die soeben beschriebene Gewinnungsmethode mit jener, welche in Nordamerika vor dem Jahre 1859 üblich war, so erhellt hieraus klar, daß in Baku die natürlichen Verhältnisse ungleich günstigere waren.

Die ersten Versuche, aus Erdöl Petroleum zu gewinnen, sollen nach Roßmäßler im nördlichen Kaukasus von den Gebrüdern Dubinin im Jahre 1823 unternommen worden sein, doch die Kriegswirren fegten dieses Unternehmen gänzlich weg. Bei Baku wurden — nach Engler — die ersten Destillationsversuche in den fünfziger Jahren von Baron Thornau, der sich mit der Transkaspischen Handelsgesellschaft vereinigte, nicht mit Rohöl, sondern mit Kirr (erdwachshaltigem Asphalt) unternommen, wobei man sich bei Justus v. Liebig Rath einholte, der 1859 seinen Assistenten Moldenhauer zur Ausführung seiner Pläne nach Baku sendete; letzterer wurde schon im nächsten Jahre durch Eichler ersetzt, dessen Verdienst es ist [3]), die Erzeugung aus Erdöl

[1]) Eine 1868 eingesetzte Commission berechnete jedoch die Jahresausbeute auf mehr als 15 Mill. Pud. [2]) Lehrb. d. Verarbeitung der Naphtha 2c., S. 8. [3]) Roßmäßler spricht dieses Moldenhauer zu.

eingeführt und dadurch das Unternehmen lebensfähig gemacht zu haben. So entstand die erste Raffinerie, die sich der natürlichen Brenngase als Heizmaterial bediente, unter der Firma „Bakusche Naphthagesellschaft".

Bis zum Jahre 1872 vermehrte sich die Zahl der Raffinerien schon auf 23. Vordem wurde das Rohöl in irdenen Lampen, die stark qualmten, verbrannt.

Mit Ukas vom 17. Februar 1872 wurde das Erdöl als frei erklärt und am 12. December d. J. wurden die der Krone gehörigen Naphthaquellen verpachtet, wobei ein Preis — alle Erwartungen übertreffend — von 2975967 Rubel erzielt wurde. Landpacht und Fabrikationsaccise wurden eingeführt, welche dem Staate mehr eintrugen, wie die vorherigen Verpachtungen. Ueberdies wurde durch diesen glücklichen Schritt die Schurflust ganz außerordentlich angeregt, viele Bohrungen, welche gegenseitig sich überholen wollten, wurden in Angriff genommen, einige schlossen auch Springbrunnen von Erdöl auf, dieses floß in Strömen und zu seiner Verarbeitung schossen in Baku die Raffinerien wie Pilze aus der Erde, so daß ein eigener Stadttheil — die schwarze Stadt — mehr als hundert Fabriken zählte. Das übergroße Angebot der Rohölproducenten im Verein mit dem beschränkten Absatzgebiete, welches durch die unvollkommenen Verkehrsmittel eingeengt war, drückten die Preise außerordentlich; die des Rohöls sanken von 45 auf 1 Kopeke pro Pud herab.

Diese unerquickliche Lage wurde erst gebessert, als am 1. September 1877 die Accise aufgehoben wurde; die Petroleum-Industrie schwang sich rasch zu der jetzigen bedeutsamen Höhe empor.

Seit 1875 interessiren sich die Gebrüder Nobel für die Erdölindustrie Bakus; ihre Intelligenz, That- und Geldkraft trugen viel zur raschen Hebung dieses Erwerbszweiges bei.

Rumänien.

Nach Dr. H. Gintl kennt man das Erdöl schon seit langer Zeit unter dem Namen Pekureti (Theer), wonach auch viele Orte mit derartigen Funden diesen Namen führen. Erst 1856 erkannte Tocilescu diesen Naturkörper als Rohöl, das jedoch nur als Wagenschmiere verwendet wurde.

Reicevich bereiste 1750, Graf Demidoff 1837 Rumänien und wiesen Erdöl an vielen Punkten nach; sie erwähnen, daß es als Wagenschmiere, in den Bojarenhöfen zum Beleuchten der Gesindestuben und als Arznei verwendet wird.

Galizien.

Ueber die Entwickelung der Oelindustrie in diesem Gebiete verdanken wir Windakiewicz[1]), Dr. L. Szajnocha[2]) und insbesondere H. Walter[3]) eingehende Nachrichten.

[1]) Jahrb. f. k. k. Bergakademien, Bd. 18. [2]) Muzeum (polnisch) 1880. [3]) Oest. Ztschr. f. Berg- und Hüttenwesen 1881.

Das Vorkommen des Erdöls hierselbst scheint schon lange bekannt zu sein. Gasquellen waren in Polen am Fuße der Karpaten 1721 bekannt und wurden von Rzączýnski[1]), später von Ch. Kluka, Stan. Staszye[2]), jene von Torasowka bei Krosno von Zeuschner erwähnt. Des Erdöls gedenkt Haquet[3]) und Martinovich[4]) (1791). Nach Dr. H. Gintl[5]) haben die Bauern von Sloboda rungurska schon 1771 den Erdtheer gewonnen und sowohl als Wagenschmiere als auch als Heilmittel für Hausthiere verwendet.

In einem Hofkammer-Decret vom 2. August 1810 wird bereits von Erdöl und Erdharz gesprochen, während frühere Erlasse und Verordnungen hiervon schweigen. Funke[6]) (1817) kennt bereits das Erdwachs von Drohobycz (bezw. Boryslaw) und dessen Verwendung zu Kerzen.

Zwischen den Jahren 1810 und 1817 schürften Jos. Hecker und Joh. Mitis bei Boryslaw, welche aus Rohöl Leuchtöl abdestillirten[7]); sie dürften auf der Erde die ersten gewesen sein, welche diesen Proceß in dieser Absicht durchführten. Bereits 1817 spricht sich der Magistrat von Prag für die Einführung dieses Destillates zur Straßenbeleuchtung sehr günstig aus und bestellte 300 Centner zu einem Preise von etwa 34 Gulden pro Centner ab Prag bei den genannten Producenten; die Sendung traf jedoch in Folge der Saumseligkeit der Frächter verspätet ein, so daß das Geschäft scheiterte, wodurch das Entstehen einer galizischen Petroleum-Industrie für Jahrzehnte lahm gelegt wurde, da Niemand mehr den Versuch unternehmen wollte und die beiden Unternehmer sich wieder trennten; die Fabrik ging zu Grunde.

Nach Zeuschner waren im Jahre 1835 in Boryslaw 30 Oelbrunnen im Betriebe, die täglich gegen vier Quart Rohöl, das mittelst Besen von der Wasseroberfläche abgekehrt wurde, lieferten.

Das Hofkammer-Decret vom 27. October 1838 bestimmte, daß Erdöl, Bergtheer und Asphalt zum Bergregale gehören; dasselbe wurde jedoch für das Erdöl bereits zwei Jahre später wieder aufgehoben, letzteres jedoch im Berggesetze vom Jahre 1854 abermals dem Regale unterstellt und im Jahre 1862, falls es zu Leuchtzwecken verwendet wird, wieder freigegeben.

Im Jahre 1840 bestanden im Stanislauer Bergreviere allein sechs Unternehmungen auf Erdöl, welche in 75 Schächten (eigentlich Tümpel) 24 000 Liter Rohöl, die als Wagenschmiere benutzt und verkauft wurden, erzeugten. Die Schächte waren an die Bauern verpachtet, der Jahreszins für einen Schacht schwankte zwischen 50 Kreuzer und 20 Gulden.

---

[1]) Hist. nat. curiose Regni Poloniae 1721. [2]) O ziemiordztmie Karpat 1815. [3]) Neue physiol. Reisen in den Jahren 1788 und 1789. [4]) Cit. in Redwood: Cantor Lectures on Petroleum, p. 3. [5]) Die Concurrenzfähigkeit des galizischen Petroleums. [6]) Naturgeschichte und Technologie 1817. [7]) Diese und die meisten nachfolgenden Mittheilungen beruhen zumeist auf den Actenstudien des Herrn k. k. Bergrathes H. Walter. S. cit. 3 vorhergeh. Seite.

Die wichtigsten Gewinnungsorte in Galizien waren Starassól, Boryslaw, Sloboda rungurska, Peczenizyn und Kosmacz. Die Salinen destillirten die flüchtigen Oele ab, ließen dieselben unbenutzt entweichen und verwendeten den Rückstand bei den Kokturen.

Im Jahre 1853 oder 1854 sammelte in Boryslaw ein Israelit, Namens Schreiner, eine klare Flüssigkeit, die sich an der Innenseite eines Kessels condensirt hatte, in welchem er Erdtheer behufs Erzeugung einer besseren Wagenschmiere eindampfte —, eine Manipulation, welche als Fabrikationsgeheimniß galt; er überbrachte dieses Destillat den Apothekerprovisoren Ze und Ign. Lukasiewicz in Lemberg, welch letzterer sofort den hohen Werth desselben erkannte, sich einen entsprechenden Kessel baute, Rohöl aufkaufte und bereits im Jahre 1855 das allgemeine Krankenhaus in Lemberg mit Petroleum beleuchtete. Mit seltener Energie ergriff er den neuen Industriezweig, leitete anfangs eine von ihm gebaute Raffinerie in Klenczany, legte jedoch bald danach in Gorlice, dann in Jaslo, später in Polanka eigene kleine Fabriken an und rief den Erdölbergbau in Bóbrka bei Krosno ins Leben. Er wird mit Recht als der Schöpfer und Vater der galizischen Oelindustrie angesehen, deren zweite nun glücklicheren Anfänge ebenfalls unabhängig von den erst später folgenden Entdeckungen in Amerika Wurzel schlugen. Sie waren erleichtert dadurch, daß man mittlerweile mehrenorts Kohlenwasserstoffdestillate, z. B. Photogen, Hydrocarbur ꝛc., als Leuchtmaterial benutzte und hierfür auch geeignete Lampen erfunden hatte.

Im Winter 1858/59 verwendete die Kaiser-Ferdinand-Nordbahn zur Beleuchtung der Innenräume ihrer Gebäude bereits galizisches Petroleum.

Lukasiewicz's früherer College Ze arbeitete in Lemberg einen Theil des Erdöls von Boryslaw auf, den anderen den Speculanten im letzteren Orte überlassend, welche sich im Jahre 1860 mit dem von Amerika in Wien eingetroffenen Toch in Verbindung setzten und der neuen Handelswaare entsprechenden Absatz zu eröffnen verstanden.

Durch die Freigebung der Erdölgewinnung, durch die Furcht der Grundbesitzer vor den Fremden und die Sucht, von jedem derartigen Unternehmen den größten Gewinn für sich herauszuschlagen, wurde die Entwickelung des Bergbaues und der Fabrikindustrie gehemmt. Um wenigstens die bergpolizeilichen und die Besitz-Verhältnisse zu ordnen, wurde im Jahre 1885 ein eigenes Landesgesetz für den galizischen Erdöl- und Ozokeritbergbau erlassen.

Ungarn.

Winterl[1]) untersuchte 1788 einen dicken schwarzen Erdtheer, welcher zwischen Peklenieza und Moslowina gefunden wurde.

---

[1]) Perutz: Industrie der Mineralöle S. 4.

Deutschland.

In Bayern ist das Vorkommen bei Tegernsee seit 1430 bekannt; die Mönche daselbst schöpften aus einer Quelle, die nach St. Quirinus benannt war, täglich etwa 42 Liter Oel, das nach diesem Heiligen geheißen und als Heilmittel für Menschen und Hausthiere verkauft wurde. Vor etwa vierzig Jahren wurden vom königl. Forstärar und in neuerer Zeit von Privaten größere Schurfbauten ausgeführt, welche jedoch bisher keinen befriedigenden Erfolg hatten.

Buchner analysirte dieses Erdöl im Jahre 1820, v. Kobell 1830.

Braunschweig, Hannover und Holstein. Die historischen Nachrichten über die einzelnen Fundpunkte des hier vorkommenden Bitumens, Erdöls, Erdtheers und Asphalts sammelte nebst vielen werthvollen geologischen Details Oberappellationsrath Nöldeke[1]), nach dessen Broschüre wir die nachfolgende Skizze entworfen.

Das hiesige bitumen nigrum erwähnt bereits Agricola 1546[2]) in Germania in Saxonibus ad secundum lapidem Brunonis vico, qua itur Scheningam. Insbesondere waren es die Funde bei Hänigsen, in der Umgebung Braunschweigs und am Fuße des Deisters, wo jetzt Oelspuren unbekannt sind, von welch' letzterem Agricola sagt: „Aliud (bitumen) in nigro rufum, sicut id quod effluit ex fonte, qui est in radice montis Deisteri, distans ab Hanobera circiter quindecim millia pass. versus meridiem non recta, sed ad ocassum, quod bitumen clarissime fontis aquae innatat."

Auch Libavius erwähnt in seinem Singularium Andreae Libavii, cont. VIII (Frankfurt 1601) das Vorkommen des Erdöls bei Braunschweig.

Bei Oberg wurde ein dünnflüssiges Erdöl in seichten Gruben gewonnen; Lachmund schreibt hierüber im Jahre 1669[3]): Bitumen liquidum nigrum reperitur in nostro tractu prope Obergum. Von späteren Schürfungen ist nichts bekannt.

Die Theergruben von Wietze, wovon jetzt noch eine im Betriebe ist, waren mindestens schon 1670 in Ausbeutung. Ihrer und jener von Steinförde gedenkt auch Tauber[4]) im Jahre 1766 und beschreibt (S. 27) die Oelgewinnung in der jetzt noch üblichen Weise[5]); auch des Vorkommens und der Gewinnung des Erdöls von Hänigsen (40, 3) und Edemissen (47), Bienenbüttel (173) und Sehnde (II, 259) erwähnt er. An letzterer Localität fand Ingenieur-Lieutenant Müller im Jahre 1768 auf dem sogenannten Theerberge das Erdreich mit Theer durchdrungen und veranlaßte Nachgrabungen.

---

[1]) Vork. u. Ursprung des Petrol. 1883. [2]) De natura eorum, quae effluunt ex terra 1546. [3]) Oryctographia Hildesheimensis. [4]) Beiträge zur Naturkunde des Herzogth. Celle 1766. [5]) Auch von Jordan 1800 (Min. u. chem. Beobachtungen u. Erfahrungen, S. 12) erläutert.

Im Jahre 1796 teufte Koch bei Reitling zwei Schächte ab, wovon der eine guten Erfolg hatte und acht Jahre später noch 121 Tonnen Erdtheer lieferte. Derselbe Unternehmer hatte auch bei Hordorf drei Schächte, welche nur geringe Ausbeute gaben, im Betriebe.

Bei Reitling wurden 1804/5 177 Tonnen (à 30 Pfund) Erdtheer gewonnen; der königl. Oberberghauptmann v. Veltheim untersuchte dieses Vorkommen im Jahre 1809 [1]).

1839 wird die erste chemisch-technische Untersuchung des Bergtheers dieses Gebietes (von Verden) von Lampadius veröffentlicht [2]).

Die Gewinnung von Erdtheer ist somit eine sehr alte, doch war sie nie von größerer Bedeutung. Es scheint, daß die Nachrichten über den glücklichen Fund Drake's in Pennsylvanien die hannoversche Regierung veranlaßten, diesem Naturschatze ein höheres Interesse zuzuwenden. Sie beauftragte Prof. Hunaeus im Anfange der sechsziger Jahre dieses Jahrhunderts, Bohrungen an mehreren Orten (auch zu Oelheim) durchzuführen, welche jedoch den angehofften Erfolg nicht hatten. Die preußische Regierung ließ sofort nach der Besitzergreifung durch Dr. Eck [3]) eingehende Untersuchungen durchführen. Auch das Interesse der Privaten wuchs und verschiedene deutsche, später auch französische, englische und amerikanische Geldkräfte wandten sich der Erschürfung von Erdöl zu. Als am 13. Februar 1880 bei Hölle (Holstein) die erste sprudelnde Oelquelle erschlossen wurde, stiegen die Hoffnungen, welche insbesondere in die Umgebung von Oedesse, nun Oelheim genannt, gesetzt wurden. Mohr gelang es am 21. Juli 1881, eine durch kurze Zeit sprudelnde Erdölquelle anzufahren und damit war auch das Oelfieber in dieses Gebiet eingezogen. 23 Gesellschaften versuchten dort ihr Glück und nur zwei hiervon waren 1883 producirend, obzwar das kleine Gebiet von etwa 100 Bohrthürmen bedeckt war. Dermalen kämpft hier die Petroleum-Industrie einen schweren Kampf um ihr Bestehen. Hingegen hat die Asphaltindustrie in den von mehreren Gesellschaften ausgebeuteten Vorkommen von Limmer und Harenberg eine ergiebige und gesunde Basis.

Elsaß. Schon der Name des Ortes Pechelbronn, der bekanntesten Fundstelle von Erdöl und Bergtheer, deutet auf ein hohes Alter der Bekanntschaft mit diesen Naturproducten daselbst, und im Jahre 1498 wird erwähnt, daß man dieses Bitumen schon seit langer Zeit verwende. Das Erdölvorkommen bei Lampertsloch wird im Jahre 1592 in der Elsaßer Chronik des A. Herzog und im Tractate supra allegato des Dr. Heliscus Rößlin (16. Jahrhundert) besprochen. Auch im Singularium Andreae Libavii, cont. VIII wird das Erdölvorkommen im Elsaß erwähnt. 1625 veröffentlicht Joh. Volk über das Pechelbronner Vorkommen ein Buch: Hannawisches Erdbalsams, Petrolei und

---

[1]) Karsten-Dechen's Archiv, 1839, S. 12. [2]) Erdmann-Marchand: Journ. f. prakt. Chemie, 1839, S. 315. [3]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, 1866, S. 346.

weichen Agsteins[1]) Beschreibung ꝛc. — Nach diesen Berichten diente das Erdöl und Erdwachs vorzugsweise als Arznei, untergeordnet auch als Wagenschmiere und Leuchtstoff.

Seit 1745 wurden Versuche, das Vorkommen bergmännisch auszubeuten, unternommen, die jedoch erst vom Jahre 1785 größere Bedeutung und Regelmäßigkeit bekamen. Die Bergbaue, im Besitze der Familie le Bel, sind noch jetzt im Betriebe.

Bei Lobsann wurde der Bergtheer im Jahre 1756 entdeckt, anfangs im Kleinen ausgebeutet, seit 1817 jedoch in größerem Maßstabe. Man warf sich insbesondere auf die Asphaltgewinnung. Die Bergbaue sind noch jetzt im Betriebe.

Bei Schwabweiler wurde das Vorkommen zuerst 1830 untersucht und 1838 eine ergiebige Oelquelle erbohrt. Die späteren Schurfresultate scheinen hier, wie auch an anderen Orten im Ober-Elsaß, nicht andauernd befriedigt zu haben.

Westphalen. Bei Münster sind ebenfalls seit längerer Zeit Erdölvorkommen bekannt. 1772 veranlaßte hierselbst die Regierung Schürfungen. Dermalen ist jedoch dieses Gebiet ohne technische Bedeutung.

Frankreich.

1752 veröffentlichte Bovilé eine Abhandlung über Erdöl, insbesondere über jenes von Gabian (Dep. Hérault).

Italien.

Des Vorkommens und der Verwendung des Erdöls von Agrigentum (Girgenti) im Alterthume wurde bereits früher (S. 6 und 9) gedacht.

Franc. Ariost[2]) entdeckte 1460 auf dem Berge Zibino (Modena) ein gelbes Erdöl, welches mit jenem in Parma und bei Monte chiaro fast gleich, nur weißer und durchsichtiger war; letzteres sprang spontan aus der Erde und war stark mit warmem Wasser gemengt. Ariost heilte mit dem von ihm entdeckten Erdöle sowohl Menschen als Hausthiere.

Das Rohöl von Amiano[3]) (Parma) wurde als solches bereits 1802 (nach E. St. John Fairman) zur Straßenbeleuchtung Genuas verwendet und 1817 von Saussure[4]) untersucht.

---

[1]) Agstein ist die alte Bezeichnung für Bernstein. [2]) Seine Schriften wurden erst später veröffentlicht unter dem Titel: De oleo montis Zibini s. petroleo agri Mutinensis. 1669. [3]) Manchmal auch irrig als Miano citirt. [4]) Ann. Chim. et Phys. (2) 4, 314.

In letzterer Zeit waren die erwähnten mittelitalienischen Erdölvorkommen wiederholt und zum Theil mit bedeutendem Geldaufwande durchschürft worden, ohne daß die erzielten Resultate befriedigt hätten.

Oestlicher Theil der Vereinigten Staaten [1]).

Eigenthümliche Schächte, welche im pennsylvanischen Oelgebiete von Titusville entdeckt wurden und von den Indianern nicht herrühren können, da diese den Schachtbetrieb nicht kannten, gestatten die Vermuthung, sie stammen von jenem bisher wenig bekannten, uralten Culturvolke, von welchem verschiedene Reste in den Vereinigten Staaten aufgefunden wurden [2]).

Die erste sichere Nachricht über die Erdölquellen und zwar im Staate New York (beim jetzigen Orte Cuba) giebt der Franziskanermönch de la Roche d'Allion 1629 in einem Briefe, in welchem er unter Anderem von denselben sagt: „Es giebt hier viele."

Peter Kalm veröffentlichte etwa in der Mitte des vorigen Jahrhunderts in schwedischer Sprache ein Buch über seine Reisen; in der beigegebenen Karte sind die Erdölquellen an dem Oil creek (Pennsylvanien) ziemlich richtig eingezeichnet. Bereits im Jahre 1721 berichtet Charlevoix nach den Mittheilungen de Joncaire's, daß an einem Hauptarme des Ohio (wahrscheinlich Allegheny) eine Oelquelle vorkomme, die zur Beruhigung von Schmerzen diene. — 1755 berichtet der französische General Montcalm vom Fort Duquesne (Pittsburg), daß sich die Seneca-Indianer an dem Allegheny-Fluß bei ihren religiösen Ceremonien des Petroleums, das auf dem Wasser schwimmend angezündet werde, bedienen.

Gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts wurden Erdölquellen in Ohio, West-Virginien und Kentucky bekannt; das Erdöl, die Naphtha oder das Seneca-Oel (nach dem erwähnten Indianerstamm benannt) wird als Medicin und Salbe gegen Rheumatismus verwendet und durch den Hausirhandel weit verbreitet. Zu Beginn des jetzigen Jahrhunderts wurde die Gallone (3,79 Liter) mit 16 Dollars, im Jahre 1843 jedoch mit etwa 1 Dollar bezahlt.

Die Oelaufsammlung geschah auf zweierlei Weise; entweder tauchte man in die auf dem ruhigen Wasser angesammelte Oelschicht eine Wolldecke, die dann ausgewunden wurde oder man vertiefte mehrere Gruben, welche man mit seichten, schmalen Gerinnen verband, aus welchen mit größeren Löffeln das Oel beim Durchfließen abgeschöpft wurde.

Eines brennenden Brunnens und des Erdöls im großen Kanawha-Thale (West-Virginien) gedenkt Jefferson bereits im Jahre 1771.

---

[1]) H. Höfer: Petroleum-Industrie Nordamerikas, S. 1 bis 17. — Peckham: Report on the Production etc. of Petroleum etc.

[2]) Nach Peckham sollen in oder bei diesen Schächten kleine Aexte gefunden worden sein, die auf französischen Ursprung hinzuweisen scheinen.

Um das Jahr 1806 waren die Salzerzeuger D. und J. Ruffner bemüht, größere Mengen und eine bessere Qualität von Salz in West-Virginien zu liefern. Sie trieben in der jetzt „Toroughfare Gape" genannten Gegend in den Soole führenden Schwimmsand einen vertical gestellten, hohlen (Durchmesser 4 Fuß) Sycamore-Baum ein; der eingeschlossene Quellsand wurde ausgefördert. In der Tiefe von 45 Fuß waren sie gezwungen, mit Eichenstämmen, die $3^1/_2$ Zoll Bohrung und einen Eisenschuh hatten, tiefer zu gehen; doch dieser Versuch blieb resultatlos. Von den weiteren Versuchen, bei welchen die genannten Brüder fast im Urwald das stoßende Erdbohren und das Versichern mittelst Holzröhren neuerdings erfanden, wollen wir absehen; sie erbohrten in der That reichere und reichlicher Soole, nachdem sie mit seltener Ausdauer und Intelligenz große Schwierigkeiten überwanden; sie schlugen den ersten Bohrbrunnen im Westen des Alleghany-Gebirges. Die Gebrüder Ruffner führten somit in Westvirginien diese Gewinnungsmethode der Soole ein, welche sich mit den Fortschritten der Ansiedelung und Cultur verbesserte und am Kanawha häufiger zu diesem Zwecke zur Anwendung kam. Manche dieser Brunnen erbohrten nebst Soole auch Erdöl, und aus dem Jahre 1836 liegt uns die Nachricht vor, daß daselbst jährlich 50 bis 100 Faß Rohöl gesammelt wurden.

In Ohio wurden schon 1798 Brunnen für Salzsoole gegraben; nach Ruffner's Erfolgen wurde auch hier das Erdbohren zu gleichem Zwecke angewendet. Am Muskingum-Flusse erreichte ein Bohrloch 30 Meilen (engl.) nördlich von Marietta 1814 die Tiefe von 475 Fuß und damit auch Erdöl, welches periodisch — in Pausen von zwei bis vier Stunden — in Begleitung großer Gasmengen aussprudelte und bei jeder Eruption 30 bis 60 Gallonen Oel lieferte, das in Cisternen angesammelt wurde; überdies floß auch in den nachbarlichen Fluß noch Oel. Durch die Unvorsichtigkeit eines Arbeiters entzündete sich das Oel beim Brunnen, welcher Brand sich rasch auf die Cisternen und den Bach übertrug; noch eine halbe Meile unterhalb schossen von der Oberfläche des Wassers die Flammen bis zu den Wipfeln der höchsten Bäume.

Ein ähnliches Schauspiel bot auch der vielgenannte American well, welcher 1829 bei Burkesville in Kentucky, woselbst schon in dem Jahre 1818 oder 1819 im Wayne County Oel nebst Soole in bedeutenden Quantitäten erbohrt wurde, abgeteuft wurde; er erschloß Erdöl, welches in Zwischenräumen von zwei bis fünf Minuten in ganz bedeutenden Quantitäten ausgeworfen wurde; der nachbarliche Cumberlandfluß war auf viele Meilen mit Oel bedeckt. Ein Junge brachte dasselbe zum Brennen und der Brand setzte sich 56 englische Meilen weit flußabwärts fort, an den Ufern die Vegetation mehrere Meilen lang versengend.

In allen diesen genannten Fällen hoffte man gute Soole zu finden, die jedoch durch die Petroleumbeimengungen, wie so häufig in den erwähnten Gebieten, unbrauchbar oder schlecht war; letztere waren deshalb ungern gesehen,

da man sie trotz der großartigen Ergüsse bei Burkesville nicht im Großen zu verwerthen verstand. Dr. S. P. Hildreth[1]) erwähnt die Verwendung dieses Erdöls zu medicinischen Zwecken, ferner jene als Leuchtöl, wobei er auf den starken damit verbundenen Qualm und Geruch hinweist, der mittelst Filtration durch Holzkohle zum Theil gemindert werde; ferner gedenkt er der Verwendung als Schmiermittel bei Zapfenlagern und als Heilmittel bei Wunden der Hausthiere, insbesondere auch darum, weil letztere dann von den Fliegen, welche den Petroleumgeruch meiden, nicht belästigt werden.

1833 beschreibt Prof. Benj. Silliman[2]) sen. die bereits früher erwähnte Oelquelle bei Cuba (New York), 1836 Dr. S. P. Hildreth das Vorkommen an dem kleinen Kanawha[3]). 1854 untersuchte auch Professor B. Silliman eingehender das Rohöl, wandte die fractionirte Destillation und die Reinigung des Brennöles mittelst Schwefelsäure an und gab somit die bis heutigen Tages eingehaltenen Principien der Rohölverarbeitung. Im gleichen Jahre (30. December) bildete sich die erste Rock oil Company, aus Eveleth, Bissel und Reed bestehend, welche jedoch, ebenso wie etwas früher S. Kier in Pittsburg, trotz des hohen photometrischen Werthes des erzeugten Petroleums, worauf auch B. Silliman aufmerksam machte, wegen der hohen Rohölpreise nicht bestehen konnte. G. H. Bissel schlug deshalb vor, die „unterirdischen Oeladern mittelst artesischer Brunnen anzuzapfen", vereinigte sich mit Kier und schickte den Bohrmeister Smiths zu dem Director der genannten Gesellschaft, Colonel E. L. Drake, welchem es nach Ueberwindung mancher Schwierigkeiten und des Spottes seiner Mitbürger am 27. August 1859 bei Titusville (Pennsylvanien) gelang, bedeutende Erdölmengen (400 Gallonen täglich) zu erbohren. Der genannte Tag ist nicht bloß der Geburtstag der amerikanischen Petroleumindustrie, sondern mit jener Zeit wendete sich das Interesse in allen Culturstaaten unvergleichlich mehr als vorher den Erdölvorkommen zu; der Verbrauch des neuen, billigen Leuchtstoffes stieg rapid.

Der raschen Verbreitung desselben hatten die fünziger Jahre durch die Einführung ähnlicher Fabrikate (Schieferöl, Hydrocarbur, Photogen, Kerosenöl 2c.) ausgiebig vorgearbeitet, das Publicum hatte sich an die neuartigen Lampen bereits gewöhnt und die höhere Leuchtkraft gegenüber den üblich gewesenen Kerzen und Pflanzenölen schätzen gelernt.

1850 bis 1851 begannen Luther und W. Atwood nahe bei Boston das „Coup oil" aus Kohlentheer darzustellen, welches als Schmieröl verwerthet wurde, so daß auch in dieser Hinsicht der Verwerthung der bei der Erdölverarbeitung fallenden Rückstände bereits Bahn gebrochen war.

Auf diese Weise waren somit auch im östlichen Theile der Vereinsstaaten, insbesondere an dem atlantischen Gestade, Fabriken geschaffen, welche sich sofort der Verarbeitung des Erdöles von Titusville zuwenden konnten.

[1]) Amer. Journ. of Science (1) **24**, 63. [2]) Amer. Journ. of Science (1) **23**, 97. [3]) Ibid. (1) **29**, 121.

Nach dem glücklichen Aufschlusse Drake's bei Titusville bemächtigte sich die Speculation der Gebiete längs des Oil creek, von hier bis zum jetzigen Oil City, längs des French creek von Union City bis Meadville und Franklin, und an dem Alleghanyflusse bei Tidioute; es wurde in diesen Thälern mit großer Hast nach Erdöl gebohrt, neue Städtchen und Ansiedelungen entstanden, von da und dort liefen günstige Nachrichten ein und das Oelfieber steigerte sich täglich. Im November 1859 erreichten Barnsdale, Meade und Rouse in der Nähe von Drake's Brunnen in 26 m Tiefe die Erdölschicht und erzeugten täglich 5 Faß Rohöl; doch dieser Erfolg genügte ihnen nicht, sie setzten die Bohrung fort und erschlossen im Februar 1860 in 52 m Tiefe die zweite Oelschicht und damit die ungewöhnlich hohe Tageserzeugung von 40 bis 50 Faß. Dies steigerte das Oelfieber, welches durch den überfließenden Brunnen Funk's bei Petroleum Centre (300 Faß täglich) und jenen Phillipp's (3000 Faß), sowie durch den Empire well im Jahre 1861 seinen Höhepunkt erreichte; doch konnte die Nachfrage diesem ungewöhnlich hohen Angebote nicht folgen, — die Krisis trat ein, ein Faß Rohöl wurde mit nur 0,1 Doll. gezahlt, große Oelmengen mußte man, zum Theile auch wegen Faßmangels, in den nachbarlichen Bach abfließen lassen, die pilzartig entstandenen Städtchen entvölkerten sich, die große Menschenmasse, die das Oelfieber ergriffen und hier angesammelt hatte, zertheilte sich, die Vergnügungsorte aller Art standen leer und — der Gesundungsproceß konnte nun beginnen. Die tiefen Rohölpreise veranlaßten die Erbauung und Erweiterung der Fabriken, der Consum stieg, die Production und Schurflust waren herabgesetzt und im Jahre 1864 stellte sich der Preis eines Fasses Rohöl durchschnittlich auf 8 (Maximum 14) Dollars; es war dies das goldene Zeitalter der pennsylvanischen Oelindustrie. Die hohen Preise belebten neuerdings die Schurflust in allen Oelgebieten, von Canada bis Alabama; in Ohio (an dem Muskingumflusse, besonders in Washington County), West-Virginien (am kleinen Kanawha, zu White Oak) und Kentucky wurden bedeutendere Aufschlüsse gemacht, welche jedoch bis heute fast ausschließlich nur von localer Bedeutung waren und sind.

Bereits 1861 wurde der erste Versuch gemacht, das Erdöl in Röhren und zwar aus Gußeisen mit Bleidichtung, zu den geeigneten Abfuhrpunkten zu leiten; doch wurden die Verbindungen sehr bald leck. Später wendete S. Vansyckte bei Pithole gewalzte und verschraubte Eisenröhren und zwei Druckpumpen zur Beförderung des Oeles über einen Hügelrücken an. Damit war das Princip der billigen Verfrachtung des Rohöles in Röhren gegeben. Dermalen umfassen diese Röhrenleitungen viele Tausend Kilometer Länge und verbinden nicht bloß die einzelnen Brunnen mit den Bahnhöfen der Oelgebiete, sondern auch diese mit der atlantischen Küste.

1866 wurde nachgewiesen, daß sich das Erdöl nicht bloß unter Thälern, sondern auch unter Gebirgsrücken vorfindet, so daß die alten Oelgebiete eine Erweiterung erfuhren. Diese dehnten sich etwa zwischen Titusville und Franklin

aus und wurden „obere Oelregion" genannt. Im October 1865 wurde jedoch durch die Bohrung in dem Toms Run Tract im Süden von Franklin ebenfalls Oel und damit die sogenannte „untere Oelregion" erschlossen, die durch den glücklichen Fund bei Parkers Landing (1868) die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zog und welche in den siebziger Jahren vorwiegend den Bedarf deckte, da zu jener Zeit die obere Oelregion in ihrer Ergiebigkeit bereits stark gesunken war.

1867 stellte C. D. Angell auf Basis eingehender Studien über die Vertheilung der ergiebigsten Oelbrunnen seine Belt-Theorie auf, die vorwiegend auf die Erfahrungen in der oberen Region basirt wurde, und sich in der unteren vortrefflich bewährte. Nach derselben ist das Erdöl in sehr schmalen, doch in der Richtung SW—NO meilenlangen Zügen (Oellinien) vorhanden. Diese Erkenntniß brachte in die Schürfungen ein Princip, welches zweifelsohne zur rascheren Erschließung der Oellager beitrug und das Risico der Schurfarbeiten wesentlich reducirte. Bei der Erschließung der unteren Oelregion ließ man sich vorwiegend von Angell's Belttheorie leiten und wies auf diese Weise ein ergiebiges, zusammenhängendes Oelvorkommen von 2 engl. Meilen Breite und 35 Meilen Länge in der Richtung N 22° O nach. Andere, weniger ausgedehnte Ablagerungen sind zu dieser Richtung parallel.

Diese Theorie veranlaßte die Schürfer, die Fortsetzung der oberen Oelregion gegen NO aufzusuchen, wobei sie sich anfänglich jedoch zu ängstlich an eine gewisse Compaßstunde statt an die Richtung des Schichtstreichens hielten und nach manchen erfolglosen Bohrungen bis nach Bradford (Mc Kean County, Pennsylvanien) geführt wurden, von welchem Mehrere voraussetzten, daß hier kein Oelgebiet anzuhoffen sei, da bereits 1862 eine Bohrung durchgeführt war, der 1865 und 1866 noch einige folgten, die fast 300 m Tiefe, doch keine nennnenswerthen Oelmengen erreichten und deshalb wieder verlassen wurden. Erst 1871 gelang es den neuerdings eingezogenen Schürfern, in etwa 360 m Tiefe einen Oelsandstein anzufahren, welcher täglich 10 Faß Rohöl lieferte. 1874 wurde $2^1/_2$ engl. Meilen NO von Bradford eine Bohrung mit täglich 70 Faß Erdöl fündig und damit wurde auch die allgemeine Aufmerksamkeit der Unternehmer auf das Bradfordgebiet und seine Fortsetzung in den Staat New York gelenkt; dieses übernahm mit Schluß der siebziger Jahre die Führerrolle, welche es auch noch heutigen Tages, nachdem die untere Oelregion seit geraumer Zeit nur mehr einen geringen Theil der Gesammterzeugung Pennsylvaniens zu decken vermag, behauptet.

Die Belttheorie oder das Schürfen längs gewisser Oellinien wurde in Amerika von mancher Seite bekämpft; diese Einwendungen vermochten es jedoch nicht, sie zu entkräften, da sie täglich neue Erfolge in der Praxis errang und ihre Richtigkeit in der Anwendung stetig zu bestätigen vermochte.

Die Thatsache, daß in dem Maße, als sich die Belttheorie verbreitete, auch die Zahl der resultatlosen Bohrungen verringert wurde, beweist jedenfalls den

günstigen Einfluß dieser Theorie auf die Praxis, welche nicht mehr wie einst auf gut Glück ihre Bohrpunkte auszuwählen gezwungen ist.

Die historische Entwickelnng der übrigen östlichen Länder in den Vereinigten Staaten wurde bereits wiederholt erwähnt. Hinsichtlich der letzteren Zeit sei bloß hervorgehoben, daß seit schier 30 Jahren Pennsylvanien die Führerrolle in der Hand behielt, daß sich Ohio, Westvirginien und Kentucky (dieses Gebiet greift zum Theil nach Tennessee hinüber) nie zu einer herrschenden Stellung emporzuschwingen vermochten, da ihre Productionszahlen im Welthandel dermalen keine Bedeutung besitzen.

Eines anderen natürlichen Brenn- und Leuchtstoffes haben wir noch zu gedenken, welcher mit dem Erdöle in innigem Zusammenhange steht und in neuerer Zeit von besonderer wirthschaftlicher Bedeutung ist: Es ist das Erdgas[1]).

Obzwar derartige natürliche Gasausströmungen aus dem Erdboden schon lange bekannt waren[2]), so gebührt dennoch dem Städtchen Fredonia (Chautauqua Co., New York) das Verdienst, dieselben zuerst nutzbar gemacht zu haben, indem es im Jahre 1821 eine Gasquelle abfing, das Gas in einer Röhre zuleitete und als Leuchtgas benutzte. Es reichte für etwa 30 Brenner aus; erst im Jahre 1858 wurde ein Schacht auf 10 m abgeteuft und dann von diesem aus zwei Bohrlöcher, jedes etwa 50 m tief, abgestoßen. 1865 wurde noch ein Bohrloch abseits bis 400 m niedergebracht, womit der Gasbedarf der Stadt von etwa täglich 6000 Cubikfuß vollends gedeckt ist.

1823 wurde von John Klingensmith bei Greensburg (Pennsylvanien) ein Bohrloch behufs Soolengewinnung abgeteuft, welches große Gasmengen anschlug, die sich entzündeten.

Bald nach der Benutzung des Erdgases zu Fredonia versah Campbell den Leuchthurm von Barcelona (Erie-See) mit dem Gas einer natürlichen Quelle.

Im Findlay-Districte[3]) (West-Ohio) wurde bereits seit 1838 von Daniel Foster das eigene Haus durch mehrere Decennien mit Naturgas beleuchtet. Obzwar Dr. Oesterlin die geologische Landesanstalt bei ihrer Bildung im Jahre 1869 auf diesen Naturschatz aufmerksam machte, so gelang es ihm doch erst 1884 im Vereine mit Eckels, zur Ausbeutung dieser großen Gasvorräthe entsprechende Geldkräfte zu gewinnen.

In den Jahren 1859 und 1860 wurden wiederholt größere Gasmengen bei Titusville erschlossen; manche wurden durch Unvorsichtigkeit entzündet und

---

[1]) William's Mineral Resources of the United States, 1883 and 1884, p. 233. (U. S. geolog. Survey.) — Sorgo: Stahl und Eisen, Nr. 1, 1887.

[2]) So z. B. sah schon der große Washington 1775 im Kanahwathale (Westvirginien) einen brennenden Brunnen, höchst wahrscheinlich denselben, den auch Jefferson 1771 in seinen „Notes on Virginia“ beschreibt.

[3]) Nach E. Orton's Prelim. Rep. Petr. and inflam. Gas.

richteten bedeutenden Schaden an. Zu einer Ausnutzung wurde jedoch nicht geschritten.

1867 wurden bei Cleveland (Ohio) zwei Bohrlöcher abgeteuft, welche in East Rockport bis heutigen Tags 20 Häuser beleuchten.

Die Verwendung des aus den Erdölbrunnen abziehenden Erdgases begann in Pennsylvanien 1872. Der Fairview well, 1 Meile (engl.) von Petrolea (Buttler County) entfernt, wurde mittelst Röhren mit Fairview, Petrolea, Argyle und Karns City verbunden und bediente 1873 40 Dampfkessel, 8 Pumpstationen, 200 Gasbrenner und 40 Kochherde. 1874 wurden in diesem Gebiete noch mehrere solche Gasbrunnen, insbesondere zur Beheizung der Ortschaften und Fabriken, doch auch zur Erzeugung von Lampenruß, ausgenutzt. Im Buttler County entwickelte sich dieser neue Beheizungszweig rasch weiter und mit ihm auch die Länge der Röhrenstränge, die sich allmälig Pittsburg näherten. Im Jahre 1876 sah ich daselbst in einer Eisenhütte das Erdgas bereits bei mehreren Flammöfen in Anwendung. Manche von diesen Bohrlöchern liefern noch heutigen Tages ansehnliche Gasmengen, andere versiegten nach etwa sechs Jahren.

Die Bohrungen nach Gas setzten sich 1876 in dem nachbarlichen Armstrong County fort und wurde 1880 in Kittanning im dortigen Walzwerke das Erdgas ausschließlich als Brennstoff benutzt; 1884 bedienten drei Gasbrunnen hierselbst 36 Puddelöfen und 18 Dampfkessel, so daß der stündliche Bedarf an Gas auf nahezu 1 Mill. Cubikfuß geschätzt wurde.

1878 wurden bei Murraysville (Westmoreland County) ungeheure Gasmengen erschlossen, ebenso 1882 und 1883; das Gas wurde von der Penn Fuel Company nach Pittsburg geleitet, welches nun begann, sich vorwiegend auf diesen modernsten Brennstoff einzurichten. Rasch bildeten sich für diesen Zweck noch mehrere Gesellschaften, deren es 1886 bereits sechs gab. 1884 verbrauchte Pittsburg, welches seit Langem Smoke City genannt wurde und nun durch den neuen Brennstoff außerordentlich an Reinheit gewann, so viel Naturgas für Heizzwecke, daß der Kohlenbedarf um 10 000 t verringert wurde, einem Werthe von 1 100 000 Doll. entsprechend. Im November 1886 wurde das Gas aus 107 Bohrlöchern der Stadt zugeleitet; die hierfür nothwendigen Röhrenstränge haben 800 km Länge, wovon fast die Hälfte auf das Netz in der Stadt entfällt. Ein einziger Brunnen gab 1885 täglich nahezu 1 000 000 cbm Gas.

Heute werden nicht bloß die vielen und großen Eisenhütten Pittsburgs mit Erdgas beheizt, sondern auch 60 Glasfabriken und verschiedene andere technische Anlagen. Ueberdies haben sich auch die Haushaltungen auf dieses neue Heizmaterial eingerichtet.

Im December 1886 stellte sich plötzlich eine Abnahme der Gasmenge ein, so daß ein rasches Versiegen der jetzigen Quellen zu befürchten ist.

Unter den größeren und industriereichen Städten sei noch Johnstown (Pennsylvanien) erwähnt, welches seit Kurzem Erdgas von dem 56 km ent-

fernten Grapeville (südlich von Murraysville) sowohl für häusliche als auch industrielle Zwecke bezieht. Die großartigen Cambria-Eisenwerke daselbst werden sich nun ausschließlich des Erdgases bedienen.

Die hohe Spannung, mit welcher die Gase der Erde entströmen, wurde wiederholt und verschiedenen Ortes auch als motorische Kraft verwendet.

Die amtliche Statistik[1]) schätzt den Werth der Kohle, welche durch das Erdgas verdrängt wurde, für die gesammten Vereinigten Staaten im Jahre 1885 auf 4 857 200 Doll.

Canada[2]).

Auch Canada ist im Petroleumgeschäfte ein Satellit Pennsylvaniens; seine jetzige Production deckt kaum den eigenen Bedarf. Die jeweilige Geschäftslage am Oil creek warf ihre Reflexe auch über die Reichsgrenze, und sie waren daselbst bestimmend, weckten die Schurflust oder brachten Ernüchterung.

Die Gewinnung des Erdöles geschieht in Canada vorwiegend im Gebiete von Enniskillen, jenem Landwinkel, welcher vom Erie- und Huron-See begrenzt ist. Daselbst gewann schon 1857 Williams Rohöl in geringer Menge. Drake's glücklicher Fund bei Titusville regte ihn an, ebenfalls die Tiefe, und zwar mit günstigem Resultate, aufzuschließen. 1860 waren am Bear creek bereits Hunderte von Bohrthürmen aufgestellt, die Tiefe war selten bis zu 39 m und die Jahresproduction etwas unter 150 000 Faß. 1861 erbohrte Shaw in 67 m Tiefe eine übersprudelnde Oelquelle, deren Tagesergiebigkeit auf 1500 bis 2000 Faß geschätzt wurde. Anfänglich mußten bedeutende Oelmengen ungefesselt abfließen gelassen werden. Noch einige derartige, bald danach erbohrte Springquellen belebten außerordentlich die Schurflust und hoben die Pulsschläge des Oelfiebers, das ähnlich wie in Pennsylvanien verlief.

Westlicher Theil der Vereinigten Staaten[3]).

Seit länger als einem Jahrhundert war das Erdölvorkommen in Südcalifornien zwischen Santa Barbara und Los Angeles bekannt, woselbst es in dem Meeresarme, zwischen den Inseln und dem Festlande schwimmend, angetroffen wurde. Ein im Jahre 1864 von einem hervorragenden Chemiker des Ostens ausgearbeiteter, sehr günstiger Bericht veranlaßte die Bildung von Gesellschaften, welche die Ausbeutung des Erdöles in diesem Gebiete bezweckten. Trotz großen

---

[1]) Weeks: Natural gas, in Mineral Resources of U. S. 1885. Diese Angabe scheint in Folge eines Rechnungsfehlers mit 2 661 000 Doll. richtiger zu sein.

[2]) Höfer: Petr.-Ind. Nordamerikas, S. 14.

[3]) Peckham: Rep. of Production etc. of Petroleum etc. 1885, p. 12.

Geldaufwandes und vieler Bohrungen wurden durchweg nur unbefriedigende Erfolge erzielt. Man ging dann dazu über, die Erdöllager mittelst Stollen aufzuschließen, was günstigere Resultate gab, die jedoch nur von localer Bedeutung sind, da dermalen die Jahresproduction nur einige Tausend Faß Rohöl von untergeordneter Qualität beträgt, so daß heutigen Tages San Francisco fast ausschließlich mit pennsylvanischem Petroleum versorgt wird.

Trinidad.

Diese nahe der Orinoco-Mündung gelegene Insel besuchte 1811 Dr. N. Nugent[1]) und beschrieb den daselbst befindlichen Pechsee, der später wiederholt die Aufmerksamkeit der Reisenden auf sich zog.

[1]) Transact. geol. Soc. London (1), I, 63.

III. Physikalische und physiologische Eigenschaften des Erdöls.

Das Erdöl ist ölig, dünn- bis dickflüssig, seltener wasserhell (Steinöl, Naphtha) oder gelb, meist braun bis schwarz und je nach der Farbe in verschiedenem Grade durchsichtig.

Der Bergtheer ist zähflüssig, klebrig, läßt sich zu Fäden ziehen und ist schwarz oder braunschwarz.

Beide fühlen sich fettig an und haben Fettglanz.

Dichte. Während der Bergtheer die Dichte 0,9 bis 1,0 besitzt, letzteren Werth jedoch nie erreicht, schwankt diese beim Erdöl zwischen 0,73 und 0,97 (von Terra di Lavore [1]). In der Regel sind die lichteren Oele leichter als die dunklen.

B. Redwood führte eine Reihe von Dichtebestimmungen aus, welche er in seinem Werkchen [2]) in chronologischer Reihe mittheilt; gruppirt man jedoch die Zahlen dieser Tabelle nach der ansteigenden Dichte, so ist der Zusammenhang derselben mit der Farbe sofort erkennbar, obzwar die Proben aus den entlegensten Gebieten stammen. Die nachstehende Tabelle lehrt im ganzen Großen: „Je lichter das Oel, desto geringer die Dichte.“

Dichte	Farbe im durchfallenden Lichte	Geruch 2c.	Fundort
0,777	strohgelb	stark, unangenehm	Persien
0,787	strohgelb	angenehm	Nahe Mailand (Italien)
0,810	röthlichbraun	—	Bradford (Pennsylvanien)
0,818	röthlichbraun	schwach, angenehm	Schlammvulcan Kyouk Phyon (Burma)
0,828	bräunlich	gering	Neu-Seeland

[1]) Engler: Dingl. pol. Journ. 250, 216. [2]) Cantor Lectures on Petroleum and its Products, 1886, p. 15.

Dichte	Farbe im durchfallenden Lichte	Geruch ꝛc.	Fundort
0,829	bernsteinfarben	angenehm	Indien
0,835	dunkelbraun	schwach, angenehm	Ost-Borongo (Arakan)
0,836	dunkelröthlichbraun	schwach, angenehm	Rußland
0,843	dunkelbraun	schwach, angenehm	Hannover
0,852	dunkelrothbraun	gering	Süd-Amerika
0,865	dunkelbraun	stechend	Canada
0,866	dunkelbraun	schwach, angenehm	Minbyin (Burma)
0,888	kastanienbraun	schwach, angenehm	West-Baranga (Burma)
0,900	dunkelbraun	kaum merkbar, etwas viscos	Süd-Amerika
0,910	schwarz	unangenehm	Wyoming (Verein. St.)
0,913	bräunlichschwarz	unangenehm	Oelheim (Hannover)
0,933	dunkelbraun	schwach, angenehm, viscos	Assam (Indien)
0,935	tiefdunkelbraun	viscos	Indien
0,942	bräunlichschwarz	sehr gering, viscos	Rußland
0,945	schwarz	unangenehm	Wyoming (Verein. St.)
0,957	schwarz	theerig	Barbados (Centr.-Amerika)

In den verschiedenen Erdölgebieten variirt die Dichte:

Gebiet	Dichte			Autor
	von	bis	durchschnittlich	
Galizien	0,779 (Klenczany)	0,902 (Harklowa)	—	Nawratil [1])
West-Galizien .	0,762 (Klenczany)	0,910 (Harklowa)	—	Strippelmann [2])
Ost-Galizien . .	0,750 (Ropianka)	0,950 (Plowce)	—	Strippelmann [2])
Wallachei . . .	0,80	0,82	0,81	Olszewski [3])
Moldau	0,84	0,86	0,85	Olszewski [3])
Gebiet Hannover	—	0,940 (Wietze)	—	Krämer [4])
Gebiet Baku . .	0,780	0,890	0,868	Gulischambaroff [5])
Canada	0,8484	0,8750	0,8617	
Pennsylvanien .	0,757	0,875	0,8045	Sadtler [6])

[1]) Dingl. pol. Journ. 246, 423. [2]) Die Petr.-Ind. Oesterreichs und Deutschlands, I. u. II. Abtheilung. [3]) Oest. Zeitschrift für Berg- und Hüttenw. 1883, 501; die Zahlen beziehen sich auf frisch geschöpfte Oele. [4]) Sitzb. Ver. zur Bef. d. Gewerbefl. 1885, 291. [5]) Map of the Apsheron Peninsula. — Auch Engler: Dingl. pol. Journ. 260 und 261. Erdöl, dessen Dichte größer als 0,880 ist, wird nicht verarbeitet. [6]) Stowell's Petr. Rep. 1877, V, 6. — Amer. Chem. VII, 181.

Innerhalb ein und desselben engeren Bezirkes variirt die Dichte des Erdöles manchmal bedeutend; so erwähnt Dr. Krämer[1]), daß bei Oelheim (Gebiet Hannover) zwei nur 20 m von einander entfernte, fast gleich tiefe Bohrlöcher Erdöl von 0,88, bezw. 0,905 gaben. — Ein und dasselbe Lager giebt fast stets in der Nähe des Ausbisses ein geringwerthiges, dichteres Oel, als in der Tiefe. In Pennsylvanien[2]), wo drei Oellager unter einander folgen, wird das Oel ebenfalls mit der Tiefe leichter und zwar:

	Dichte
1. Oelsand (oberer)	0,8750 bis 0,8484
2. „ (mittlerer) . . .	0,8235
3. „ (unterer) . . .	0,800 bis 0,7777.

Die verticale Entfernung vom 1. zum 3. Oelsande beträgt circa 76 m.

Gewöhnlich liefern die leichteren Erdöle auch ein größeres Ausbringen an Leuchtöl, obzwar auch wiederholt Ausnahmen bekannt wurden. So bewiesen die Untersuchungen Nawratil's[3]) über die galizischen Oele, daß die Menge an Leuchtöl (Destillat von 150 bis 300° C.) bei einer Dichte von 0,83 am größten ist (50,4 Proc.) und sowohl bei dichteren wie auch bei weniger dichten Rohölen abnimmt, bei einer Dichte von 0,90 nur mehr 28 bis 29, bei 0,78 34 Proc. beträgt; doch ist in diesen Abnahmen keine constante Beziehung etwa zwischen Dichte und Leuchtölausbringen zu erkennen.

Die Dichte des Erdöls gestattet auch keinen sicheren Rückschluß auf seinen Paraffingehalt; gewöhnlich steigt dieser mit der Dichte.

Da das Erdöl stets leichter ist wie das Wasser, in welchem es sich nur in sehr geringem Grade löst, so wird in einem Bohrloche oder Schachte letzteres das erstere zurückdrängen, falls das Erdöl nicht unter einem besonders hohen inneren Drucke steht; es muß deshalb in der Praxis stets dahin gewirkt werden, daß der Erdölaustritt nie vom Wasser behindert wird.

In der Praxis wird die Dichte des Erdöles gewöhnlich mittelst des Aräometers bestimmt und in Baumé-Graden (B°) angegeben; die Umrechnung in die üblichen Dichteangaben (G) geschieht nach der bekannten Formel:

$$B^0 = \frac{140}{G} - 130 \text{ ; oder } G = \frac{140}{130 + B}.$$

Es dürfte, insbesondere für die Praktiker, die nachfolgende Aequivalenztabelle willkommen sein.

Grade Baumé	Dichte	Grade Baumé	Dichte
10	1,0000	14	0,9722
11	0,9929	15	0,9655
12	0,9859	16	0,9589
13	0,9790	17	0,9523

[1]) Sitzb. Ver. zur Bef. d. Gewerbfl. 1885, 291. [2]) Höfer: Petr.-Ind. Nordamerikas S. 60. [3]) Dingl. pol. Journ. 246, 423.

Grade Baumé	Dichte	Grade Baumé	Dichte
18	0,9459	47	0,7909
19	0,9395	48	0,7865
20	0,9333	49	0,7821
21	0,9271	50	0,7777
22	0,9210	51	0,7734
23	0,9150	52	0,7692
24	0,9090	53	0,7650
25	0,9032	54	0,7608
26	0,8974	55	0,7567
27	0,8917	56	0,7526
28	0,8860	57	0,7486
29	0,8805	58	0,7446
30	0,8750	59	0,7407
31	0,8695	60	0,7368
32	0,8641	61	0,7329
33	0,8588	62	0,7290
34	0,8536	63	0,7253
35	0,8484	64	0,7216
36	0,8433	65	0,7179
37	0,8383	66	0,7142
38	0,8333	67	0,7106
39	0,8284	68	0,7070
40	0,8235	69	0,7035
41	0,8187	70	0,7000
42	0,8139	75	0,6829
43	0,8092	80	0,6666
44	0,8045	85	0,6511
45	0,8000	90	0,6363
46	0,7954	95	0,6222

Da sich das Volumen je nach der Temperatur ändert, so soll jeder Dichtezahl auch die Temperatur, bei welcher sie gefunden wurde, beigesetzt werden. Man ist dann mit Hülfe der Ausdehnungscoefficienten in der Lage, die Dichtezahlen auch für andere Temperaturen zu bestimmen. Gewöhnlich werden die Dichten auf 14° R. = 17,5° C. bezogen; bei dieser Umrechnung erhält man für die Praxis genügend genaue Werthe, wenn man 0,001 Dichteänderung für 1° R. annimmt, und zwar wird die Correctur bei einer Erdölwärme über 14° R. zu addiren, unter 14° R. zu subtrahiren sein. So z. B. wurde die Dichte eines Rohöles von 20° R. Wärme mit 42° B. = 0,8139 gefunden, welcher Werth corrigirt (6 × 0,001 = 0,006) 0,8145 wäre.

Diese Correcturen sind insbesondere bei der Raffinerie zur genauen Bestimmung des Beginnes und der Beendigung der Kerosin-Fraction beachtenswerth.

Der Ausdehnungscoefficient ist verschieden; nach den Untersuchungen von W. Markownikoff und W. Ogloblin mit Erdölen aus verschiedenen Gebieten steht er mit der Dichte im verkehrten Verhältnisse. Damit stimmen auch die Versuche mit nordamerikanischen Erdölen überein, welche ergaben [1]):

Dichte bei 15° C.	Ausdehnungscoefficient für 1° C.
Unter 0,700	0,00090
0,700 bis 0,750	0,00085
0,750 „ 0,800	0,00080
0,800 „ 0,815	0,00070
über 0,815	0,00065

In Pennsylvanien fließen die Oele von verschiedenen Dichten in einen Behälter, worin ein Durchschnittsöl entsteht, weshalb man in der dortigen Praxis den Ausdehnungscoefficienten stets mit 0,00072 für 1° C. (0,004 für 10° F.) in Rechnung stellt.

Dr. H. Gintl [2]) verdanken wir werthvolle Zusammenstellungen über verschiedene Rohöle, welche im ganzen Großen die erwähnte Beziehung zwischen Ausdehnungscoefficient und Dichte ebenfalls erkennen lassen:

	Dichte		Ausdehnungscoefficient
	0° C.	50° C.	
West-Virginien (White Oak)	0,873	0,853	0,00046
„ (Burning Spring)	0,841	0,808	0,00081
Pennsylvanien (Oil creek)	0,816	0,784	0,00082
Canada (de Best)	0,870	0,851	0,00044
Burma (Rangun)	0,892	0,861	0,00072
Rußland (Baku)	0,954	0,920	0,00071
Ost-Galizien	0,870	0,836	0,00081
West-Galizien	0,855	0,852	0,00077
Rumänien (Plojesti I)	0,862	0,829	0,00080
„ („ II)	0,901	0,869	0,00073
Italien (Parma, Reviano de Rossi)	0,809	0,772	0,00096
Hannover (Oberg)	0,944	0,914	0,00066
Elsaß (Pechelbronn)	0,912	0,880	0,00073
Frankreich (St. Gabian)	0,894	0,861	0,00069
Zante	0,952	0,921	0,00067

[1]) Iron Age 38, Nr. 7. [2]) Kick-Gintl, Techn. Wörterb. 6, 617.

Eine ausführliche Tabelle über die Ausdehnung des Rohöles von Westvirginien entwarf J. Schubert[1]).

Die Kenntniß des Ausdehnungscoefficienten ist für die Technik in mehrfacher Hinsicht wichtig, insbesondere bei der Berechnung der sogenannten Expansionsräume der Versendungsbehälter des Oeles.

Optische Eigenschaften. Die Farbe, Durchsichtigkeit, der Glanz wurden bereits oben besprochen. Es sei bloß noch erwähnt, daß wasserklares Erdöl außerordentlich selten ist, beispielsweise in Persien, zu Smiths Ferry (Pennsylvanien, am Ohio) gefunden wurde. Die durchsichtigen Oele zeichnen sich durch eine starke Lichtbrechung aus und besitzen einen blauen, die dunklen Arten einen grünen, oft intensiven Schiller (Fluorescenz).

Soweit die bisherigen Untersuchungen reichen, dreht das Erdöl im Polarisationsapparate den Lichtstrahl nicht.

Beachtenswerth ist auch die Einwirkung des Lichtes auf die Farbe des Erdöles, wobei die des Glases von Wesenheit ist; sie ist beim weißen, blauen und grünen Lichte am stärksten, beim gelben, rothen und schwarzen am schwächsten. Durch die Lichteinwirkung bildet sich Ozon, was manchmal schon nach wenigen Stunden eintritt; durch diese Veränderung des Oeles wird die Brennkraft herabgesetzt[2]).

Verflüchtigung. An der Luft verflüchtigt sich das Erdöl theilweise, wodurch es dichter, weniger beweglich, endlich zähflüssig oder fest wird. Hieraus ist auch die früher erwähnte Thatsache erklärlich, daß das in der Erdkruste tiefer liegende Erdöl leichter ist als jenes derselben Localität angehörige, näher dem Tage gelegene; daraus ist es ferner erklärlich, daß häufig das Erdöl im Ausbisse so zähflüssig — Bergtheer — ist, daß es unmittelbar als Wagenschmiere verwendet werden kann, wie dies an vielen Orten vordem auch geschah. Die Qualität des Erdöles im Ausbisse gestattet somit keinen anderen sicheren Schluß auf jene in den tiefer liegenden Erdschichten, als den, daß in der Tiefe leichtere und in der Regel an Leuchtöl reichere Erdölmengen anzuhoffen sind.

Aus der leichten Verflüchtigbarkeit des Erdöles folgt auch, daß dasselbe in möglichst dichten (eisernen) und gut verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden muß und nur kurz lagern darf, falls man sich vor oft sehr empfindsamen Verlusten bewahren will. Nawratil[3]) hat diesbezüglich sehr interessante Versuche mit einem dünnflüssigen Rohöl von Blich bei Gorlice (Westgalizien), dessen Dichte frisch geschöpft 0,800 war, vorgenommen. In einer offenen Porcellanschale einen Monat lang bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt,

---

[1]) Peckham, Rep. Prod., Techn. and Uses Petr. 111. [2]) Dingl. pol. Journ. **191**, 173. — Strippelmann, Petr.-Ind. Oesterr. und Deutschlands, Abth. I, 109. [3]) Dingl. pol. Journ. **246**.

besaß es die Dichte 0,895 und ward ganz dickflüssig. Das frisch geschöpfte Oel hatte 9,3 Proc. leichte Oele (Destillat bis 100° C.), während es nach einem mehrtägigen Transporte in einem festen Eichenfasse nur mehr 0,5 Proc. dieses Bestandtheiles besaß. Der Verlust war somit, insbesondere für den Rohöl-producenten, sehr beträchtlich.

Da die zuerst aus dem Erdöle tretenden Gase auch leicht entzündlich sind und, mit Luft gemengt, eine explosive Mischung bilden, so sind bei den Brunnen sowohl als auch in den Lagerräumen besondere Vorsichten wegen der Feuergefahr einzuhalten.

Die leichte Verflüchtigbarkeit gewisser Bestandtheile des Erdöles erklärt auch die Verschiedenheit der chemischen Analysen eines Erdöles aus demselben Brunnen, falls bei der Entnahme und Aufbewahrung des Probematerials nicht die größte Vorsicht gehandhabt wurde.

Ueber die Flüchtigkeit des Rohöles bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (16° C.) verdanken wir Dr. H. Gintl [1]) eingehende Versuche, welchen wir entnehmen, daß nach

1 Woche	25	Proc.
2 Wochen	30,6	„
3 „	33,6	„
4 „	34,3	„
5 „	34,7	„
6 „	35,0	„
7 „	—	„

der ursprünglichen Erdöleinwage verdunstet waren.

Das Erdöl verflüchtigt um so leichter, je reicher es an Wasserstoff und je ärmer es an Kohlenstoff ist.

Siedetemperatur. Wird die Temperatur erhöht, so wird selbstverständlich die Verdunstung größer, bei einer gewissen Temperatur treten zahlreiche Gasbläschen aus, bei noch höheren beginnt das Oel zu sieden. Diese Siedetemperatur ist verschieden und liegt nach N. Tate [2]) für die meisten amerikanischen Rohöle zwischen 40 und 50° C.; hingegen entwickelt nach Bolley und Schwarzenbach das pennsylvanische Erdöl bei 32° C. Gasblasen und beginnt bei 57° C. zu sieden, während beim canadischen Rohöl diese Werthe etwa um 4° größer sind. Bei beiden Oelsorten ist die Differenz der beiden erwähnten Temperaturen 25°.

Nach Engler [3]) sind jedoch die Siedetemperaturen des pennsylvanischen Rohöles bedeutend höher gelegen; dieselben, sowie die anderer Erdöle, seien nachstehend mitgetheilt:

---

[1]) Rick-Gintl, Techn. Wörterbuch, 6, 617.
[2]) Hirzel, Das Steinöl und seine Producte, S. 54.
[3]) Dingl. pol. Journ. 260 und 261.

Rohöl von	Siedetemperatur °C.	Dichte bei 17°
Pennsylvanien I	82	0,8175
„ II	74	0,8010
Sloboda (Galizien)	90	0,8235
Bibieybat (Baku)	91	0,8590
Balakhani (Baku)	105	0,8710
Pechelbronn (Elsaß)	135	0,9075
Oelheim (Hannover)	170	0,8990

Die Siedetemperatur steigt mit der Entgasung; sie steht somit im verkehrten Verhältnisse zur Dichte. Derartige Bestimmungen eines Erdöles gleicher Provenienz werden somit je nach der Aufbewahrung wesentlich differiren.

Physiologische Eigenschaften. Das Erdöl hat zumeist einen aromatischen, für Viele einen unangenehmen Geruch, der sich jedoch bei manchen Oelsorten bis zum widerwärtigen steigert; insbesondere das canadische, südamerikanische und westindische Rohöl sind wegen ihres unangenehmen Geruches bekannt, welcher durch einen geringen Schwefelgehalt bedingt zu sein scheint.

Schüttelt man Wasser mit Rohöl, so nimmt ersteres dessen Geruch an.

Die dem Erdöle entsteigenden Dämpfe werden in manchen Gegenden, z. B. in Pennsylvanien, als für Lungenleidende wohlthätig wirkend angesehen; hingegen sollen sich nach Poincaré[1]) die z. B. in Erdöldestillationen beschäftigten Arbeiter häufig über Eingenommenheit des Kopfes und Reizung der Nasenschleimhaut beklagen. Des Genannten Untersuchungen ergaben, daß in solcher Luft Meerschweinchen nach ein bis zwei Jahren starben, Kaninchen an Schlafsucht und Appetitlosigkeit litten.

[1]) Journ. Pharm. et Chim. 7, 290.

IV. Chemische Beschaffenheit.

Die Erdöle bestehen wesentlich aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen, zumeist der Methan-Reihe ($C_n H_{2n+2}$) angehörend, oder auch dem Typus $C_n H_{2n}$ entsprechend; beide Gruppen verhalten sich gegen Mineralsäuren indifferent. In den Oelen eines Gebietes herrschen die Glieder entweder des einen oder des anderen Typus ganz entschieden vor. Hierzu treten manchmal, und zwar in ganz geringer Menge, verschiedene Glieder der aromatischen Reihe, hier und da auch Stickstoff- und Sauerstoffverbindungen; ebenso ist der unorganische Antheil fast verschwindend klein.

Nachstehend sind die meisten bisher bekannten Elementaranalysen zusammengestellt, welche wir vorwiegend St. Claire-Deville[1] (D), ferner Boussingault[2] (Bo), Baumhauer (B), Dr. H. Gintl[3] (G), S. F. Peckham[4] (P), Gulischambaroff (Gu), Markownikoff und W. Ogloblin[5] (MO) zu verdanken haben.

Nahegelegene Brunnen desselben Bezirkes liefern manchmal ganz verschiedene Oele.

Die umstehende Tabelle zeigt, daß Peckham, Markownikoff und Ogloblin keinen Sauerstoffgehalt nachweisen konnten, während ersterer Stickstoff fand.

Stickstoff.

Peckham[6]) wies diesen Bestandtheil nicht bloß in den genannten Oelen, sondern auch noch in anderen Rohölen Californiens nach; er bestimmte denselben im Oele von

Pico Springs	mit	1,0165	Proc.,
Canada Lago	„	1,0855	„
Maltha, Ojai Rauch	„	0,5645	„

---

[1]) Compt. rend. 66, 442; 68, 485; 69, 1007. — Jahresb. f. Chemie 1869, 1126. — L'Année Scientif. et Indust. 1871, 146. [2]) Ann. d. Mines (3) 19, 609. [3]) Kick-Gintl, Techn. Wörterb. 6, 617. Volumgewicht bei 0°. [4]) Rep. geol. Survey. Califor. Geology 2, 89. [5]) Chem. Centralbl. 1881, 609, cit. Z. rusk. chim. obsc. 13, 179. [6]) Rep. geol. Survey. Califor. Geology 2, 89.

Fundort	Dichte bei 0°	C	H	O	N	Analytiker	Anmerkung
Galizien: West	0,855	85,3	12,6	2,1	—	D	
" Ost	0,870	82,2	12,1	5,7	—	D	
Hannover: Oedesse	0,892	80,4	12,7	6,9	—	D	
" Oberg	0,944	84,4	11,5	4,1	—	D	aus 12 m Tiefe, klebrig, durchscheinend.
" Wietze	0,955	86,2	11,4	2,4	—	D	
Elsaß: Pechelbronn	0,892	86,1	12,7	1,2	—	D	schwarz, klebrig, flüssig.
" "	0,968	85,6	9,6	4,6	—	D	
" "	0,892	85,7	12,0	2,3	—	D	
" "	—	88,3	11,1	1,1	—	Bo	
" Schwabweiler	0,829	79,5	13,6	6,9	—	D	
" "	0,82	85,5	14,2	0,3	—	D	ins Blaue fluorescirend.
" "	0,861	86,2	13,3	0,5	—	D	
" "	—	88,7	12,6	0,4	—	Bo	
" ?	0,912	86,9	11,8	1,3	—	G	
Frankreich: St. Gabian (Dep. Hérault)	0,894	86,1	12,7	1,2	—	D	schwarz, klebrig.
Italien: Reviano de Rossi (Parma)	0,809	81,9	12,5	5,6	—	D	bernsteinfarben, sehr flüssig, aus pliocenem Thon.
" Sala (Parma)	0,79	84,0	13,4	1,8	—	D	flüssig, hell, fluorescirend.
" Piemont	0,919	86,4	12,2	1,4	—	D	
Insel Zante	0,952	82,6	11,8	5,6	—	D	schwarz, flüssig.
Rumänien: Plojesti	0,77	82,6	12,5	4,9	—	D	schwarz, klebrig.
" "	0,901	83,0	12,2	4,8	—	D	
Rußland: Baku	0,954	85,3	11,6	3,1	—	G	
" "	—	86,0	13,0	1,0	—	Gu	Durchschnitt d. Baku-Oeles.
" " Brunnen Benkendorff's	—	86,65	13,35	—	—	M O	ferner: 0,064 S und 0,09 Asche. O wurde in der Destillation nachgewiesen.
" " Brunnen Benkendorff's	—	87,01	13,22	—	—	M O	
" " Brunnen Benkendorff's	—	86,89	13,18	—	—	M O	
Cirkassien	0,940	85,3	11,6	3,1	—	D	schwarz, klebrig.
Burma: Yenangyoung Distr. (Rangun)	0,875	83,8	12,7	3,5	—	D	
Giava: Tjibodos Fanggah	0,77	83,6	14,0	2,4	—	D	
Insel Java: Rembang	0,923	87,1	12,0	0,9	—	B	
China: Fu-chu-fu	0,860	83,5	12,9	3,6	—	D	flüssig, wenig gefärbt, fluorescirend.
Westcanada: Bothwell	0,857	84,3	13,4	2,3	—	D	aus 185 m Tiefe.
" Petrolea	0,870	84,5	13,5	2,0	—	D	" 169 m "
Pennsylvanien: Oil creek	0,73	82,0	14,8	3,2	—	D	" 200 m "
"	0,88	84,9	13,7	1,4	—	D	aus Devon-Sandstein.
Ohio	0,887	84,2	13,1	2,7	—	D	schwarz, klebrig.
" Mecca	—	86,316	13,071	—	0,2300	P	
Westvirginien	0,84	84,3	14,1	1,6	—	D	aus Devon-Sandstein in 220 m Tiefe.
"	0,857	83,2	13,2	3,6	—	D	Basis des Carbons, in 35 m Tiefe.
"	0,897	83,6	12,9	3,5	—	D	grünlich.
" Scotio Well	—	86,622	12,929	—	—	P	
" Cumberland	—	85,200	13,359	—	0,5400	P	
Californien: Hayward Petr.-Comp.	—	86,934	11,817	—	1,1095	P	

Daß der Stickstoff nicht ausschließlich in amerikanischen Oelen vorkommt, sondern auch in den anderen, und von manchen Analytikern übersehen sein dürfte, geht daraus hervor, daß nach Dr. Feodorowicz ein Erdöl von Siary (Westgalizien) Ammoniak enthält, daß St. Claire-Deville im Bergtheer von Pechelbronn (Elsaß) Stickstoff nachwies[1]); Delesse[2]) fand diesen Bestandtheil im Elaterit mit 0,154, im Bergtheer des Pechsees auf Trinidad mit 0,256 Proc. Im Elaterit von der Odingrube von Derbyshire und von Montrelais fand Henry[3]) 0,15, bezw. 0,10, im Asphalt von Bentheim fand Stromeyer[4]) 0,66 Proc. Stickstoff. M. Carnegie[5]) berichtet, daß eine Gasquelle bei Pittsburg (Pennsylvanien) unmittelbar nach ihrer Erschließung Krystalle von Ammoniumcarbonat auswarf. Es sind somit die Schlüsse, welche aus dem angeblichen Fehlen des Stickstoffs im Erdöl hinsichtlich der Genesis des letzteren gezogen wurden, nicht mehr stichhaltig, um so weniger, da es sehr wahrscheinlich ist, daß ebenso wie in den amerikanischen Rohölen auch andernorts Stickstoff nachgewiesen werden wird; doch in den deutschen Rohölen suchten Krämer und Böttcher[6]) ihn vergebens. In welcher Verbindung er sich im Rohöl befindet, ist bisher nicht sichergestellt, doch scheint es, daß er im Verein mit Kohlen- und Wasserstoff Nitrophenole bildet.

Sauerstoff und dessen Verbindungen.
(Erdölsäuren $C_n H_{2n-2} O_2$ und Phenole.)

Die mitgetheilten Elementaranalysen zeigen den Sauerstoffgehalt bis zu 6,9 Proc. anwachsend; von mancher Seite (z. B. Dr. Krämer) wird in die Richtigkeit dieser hohen Angaben Zweifel gesetzt; andererseits sei jedoch darauf hingewiesen, daß das Erdöl, insbesondere das erwärmte, aus der Luft allmälig Sauerstoff aufnimmt, so daß die hohen Procentsätze dadurch bedingt sind, daß die Probe längere Zeit der Luft ausgesetzt war, somit nicht mehr dem frischen Material entspricht, welches vielleicht ganz frei an Sauerstoff war. Daß Erdöle, wie auch verschiedene Destillate aus Mineralkohlen u. s. w., leicht Sauerstoff aufnehmen und dann sogenannte Erdölsäuren bilden, haben u. a. auch die Untersuchungen E. Schaal's[7]) ergeben, welcher diese Eigenschaft technisch auszubeuten beabsichtigte.

Es ist eine experimentell — auch von Dr. Krämer — nachgewiesene Thatsache, daß in einem Erdöle, in welchem die Säure neutralisirt wurde, neuerdings Erdölsäuren in Folge Sauerstoffaufnahme entstehen; es wird somit stets dahin gestrebt werden müssen, das frisch geschöpfte Erdöl wohl gegen Luft verwahrt zur Analyse zu bringen.

---

[1]) Compt. rend. 66, 442; 68, 485. [2]) De l'Azote et des Matières dans l'Ecorce Terrestre, p. 172, 173. [3]) Journ. d. Chim. med. 1825. [4]) Neues Jahrb. f. Min. 1862, 833. [5]) Iron and Steel Inst. 1885. [6]) Ber. deutsch. chem. Ges. 20, 595. [7]) Deutsch. R.-Pat. 32 705.

Der Sauerstoff findet sich vorzugsweise in den säure- und phenolartigen Verbindungen; erstere wurden zuerst von Hell und Medinger ($C_{11}H_{20}O_2$) [1]) eingehender, insbesondere in den rumänischen Oelen, untersucht, ohne daß es ihnen gelang, deren Constitution mit Sicherheit festzustellen; die Auffindung der Phenole verdanken wir Markownikoff. Dieser wies im Verein mit Ogloblin unbedeutende Mengen von Sauerstoff auch in den Destillaten, sowohl den leichten wie auch den schweren, des Erdöls von Baku nach. Im Allgemeinen fanden sie, daß dieser Antheil mit der Dichte und der Siedetemperatur quantitativ steigt, so daß er im Benzin nur etwa 0,79, in den Fractionen von 220 bis 230° C. jedoch schon 5,21 Proc. beträgt. Die aus dem Erdöl bezw. aus dessen Destillaten genommenen sauerstoffhaltigen Producte, welche durch Schwefelsäure vollkommen zersetzt wurden, ohne daß sauerstoffhaltige Sulfoderivate nachgewiesen werden konnten, sind hauptsächlich neutralen, jedoch auch sauren Charakters. Von den erwähnten Erdölsäuren wiesen die Genannten Undekanaphthensäure ($C_9H_{19}.CO_2H$) und Dodekanaphthensäure ($C_{10}H_{21}.CO_2H$) nach, welche letztere mit der von Hell und Medinger dargestellten identisch ist.

Das Baku-Rohöl, welches im Ganzen nur 0,2 Proc. Säuren (Fett- und Essigsäuren) enthält, scheint an diesem Bestandtheile ärmer zu sein als rumänisches und galizisches.

Dr. Krämer[2]), welcher sich um die Kenntniß der deutschen Erdöle besondere Verdienste erwarb, fand den Säuregehalt von 1000 ccm Rohöl, ausgedrückt in Cubikcentimetern Normalsäure, und zwar von:

Tegernsee	mit	5,20
Elsaß	„	14,20
Oelheim	„	22,04,

welch' letztere Menge unter Zugrundelegung der von Hell aufgestellten Formel 0,5 Proc. des Rohöls entsprechen würde. Nach neueren Mittheilungen jedoch beträgt der Säuregehalt im Oele von Elsaß 0,136, von Oelheim 0,081 Proc. Aus einer niedriger siedenden Fraction wurde eine Säure nach der Formel $C_{13}H_{24}O_2$, aus einer hochsiedenden $C_{15}H_{28}O_2$ ausgeschieden [3]). Die ausgeschiedenen Sauerstoffsäuren, farblose, ölige, bei ca. 300° siedende Flüssigkeiten, entsprechen zweifelsohne den von Hell und Medinger, Markownikoff und Ogloblin näher untersuchten; Dr. Krämer kommt zum Schlusse, daß sie den gewöhnlichen Fettsäuren angehören und nicht um 2 H ärmer als diese sind, wie die anderen genannten Forscher annahmen. Es gelang auch ihm nicht, außer Säuren und Phenolen andere Sauerstoffverbindungen im deutschen Rohöle nachzuweisen.

Da auch die Destillate des Rohöles Sauerstoff aufnehmen, so liegt hierin die Erklärung für die allgemein bekannte Thatsache, daß ein länger der Luft ausgesetztes Leuchtöl an Brennwerth verliert.

[1]) Ber. deutsch. chem. Ges. 7, 1216; 10, 451. [2]) Sitzber. Ver. z. Bef. d. Gewerbefleißes 1885, 296. [3]) Ibid. 1886, 553.

Die Erdölsäuren besitzen zwar die gleiche Zusammensetzung wie die Oelsäuren, doch sind ihre Eigenschaften vielfach abweichend. Nach Krämer sind erstere Carbonsäuren der Naphthene.

Auch in einigen zu den Paraffinen zu zählenden Erdharzen wurde Sauerstoff nachgewiesen, so fand Johnston in einem Elaterit bis zu 3,8 Proc. Sauerstoff.

Phenole wurden im galizischen Rohöl von Pebal und Freund[1]), im kaukasischen von Markownikoff und Ogloblin[2]), im deutschen von Krämer und Böttcher[3]) nachgewiesen.

Das Lösungsvermögen des Erdöls gegenüber den Metallen wird durch die Anwesenheit der freien Säuren bedingt. Zuerst hat Dr. Stevenson Macadam[4]) darauf hingewiesen, daß Paraffinöl Blei und Zink in bedeutender Menge auflöse. Engler wies nun auch vom Erdöl nach, daß es Blei, Zinn, Kupfer, Magnesium und Natrium unter dem Einflusse von Luft oder Sauerstoff bei Bildung von organischen Säuren, den eben erwähnten Fettsäuren, angreift. Wird es mit Kalilauge gewaschen und in Kohlensäure destillirt, so verliert es seine lösende Fähigkeit gegenüber den Metallen.

Schwefel.

Bereits in den mitgetheilten Elementaranalysen wurde erwähnt, daß Markownikoff und Ogloblin in dem Erdöle des Benkendorff-Brunnens bei Baku 0,064 Proc. Schwefel nachwiesen. O. Hesse fand im syrischen und amerikanischen Asphalt Schwefelmengen bis zu 8,78, bezw. 10,85 Proc. Peckham[5]) wies Schwefel auch im californischen Rohöle nach und erwähnt ein Rohöl aus der Kirgisen-Steppe mit 1,87 Proc. Schwefel. Der Schwefelgehalt des canadischen Oeles ist allgemein bekannt. Nawratil[6]) fand im Rohöle von Pagorzyn (Galizien) Schwefelwasserstoff, Dr. Krämer in den deutschen Erdölen, mit Ausnahme jenes von Tegernsee, Schwefel und zwar in folgenden Mengen: Elsaß 0,134 bis 0,138, Peine (Hannover) 0,077 bis 0,085, und nimmt an, daß er in Form thiophenähnlicher Verbindungen enthalten sei. Im Erdöle der Terra di Lavore (Italien) steigt der Schwefelgehalt bis zu 1,30 Proc.[7]).

Böttger schied aus einem zwischen 55 und 65° siedenden Destillate des pennsylvanischen Rohöls einen weißen Körper von der Zusammensetzung $C_5H_{10}SO_3$ ab.

[1]) Annal. d. Chem. u. Pharm. 115, 21. [2]) Ber. deutsch. chem. Ges. 19, 349. [3]) Ibid. 20, 596. [4]) Stowell's Petr. Rep. 1878, Nr. I. [5]) Rep. of the Prod., Technol. and Uses of Petr. 54. [6]) Dingl. pol. Journ. 246, 423. [7]) Engler, Dingl. pol. Journ. 250, 316.

Selbst ganz geringe Schwefelmengen, wie z. B. jene der deutschen Rohöle, geben dem letzteren einen sehr unangenehmen Geruch, der auch aus den Destillaten nur sehr schwierig zu entfernen ist. Aus diesem Umstande geht wohl hervor, daß flüchtige Verbindungen und nicht, wie auch andererseits vermuthet wurde, Gyps den Schwefel gebunden halten.

Unorganische Beimengungen.

Dieselben sind stets in fast verschwindend kleinen Mengen vorhanden. R. Tate[1]) wies in verschiedenen Erdölen Phosphor und Arsen nach. Auch im Bitumen von Lobsan (Elsaß) soll Arsen vorhanden sein[2]). Markownikoff und Ogloblin[3]) bestimmten den Aschengehalt des Benkendorff'schen Erdöls (Bezirk Baku) durchschnittlich mit 0,09 Proc. und fanden darin vorwiegend Kalk und Eisen, untergeordnet Thonerde und Kupfer, auch Spuren von Silber. Hiermit stimmen im großen Ganzen die Resultate Lidow's[4]) gut überein, nach welchem der Aschengehalt des Erdöls 0,11 Proc. beträgt. Die Analyse der Asche ergab:

Eisenoxyd	76,71 Proc.
Kalkerde	5,48 „
Unlöslich	16,07 „
	98,26 Proc.

Der hohe Eisengehalt läßt vermuthen, daß er kein ursprünglicher ist, sondern durch Lösung in den durch die Lufteinwirkung gebildeten Erdölsäuren später — vielleicht während der Aufbewahrung in eisernen Gefäßen — bedingt wurde.

Es sei auch die sehr unwahrscheinlich klingende Mittheilung von J. Tunbridge[5]) erwähnt, nach welcher in den Aschen und Rückständen des Rohöles (von wo?) Gold in extrahirbarer Menge vorhanden sei.

Die Kohlenwasserstoffe.

Es sei hier bemerkt, daß von keinem Erdöle bisher eine vollständige, quantitative Analyse durchgeführt wurde, daß wir uns vielmehr begnügen müssen, nachzuweisen, welche Kohlenwasserstoffreihen überhaupt vorhanden sind, welche vorherrschen und gleichsam qualitativ die einzelnen Glieder jeder Reihe feststellen.

---

[1]) Hirzel, Steinöl und seine Producte, S. 52. [2]) Ann. d. Mines (4) 19, 669. [3]) Chem. Centralbl. 1881, 609 cit. Z. rusk. chim. obsc. 13, 179. [4]) Journ. russ. phys. chem. Ges. 1882, 323. [5]) Journ. Frankl. Inst. 109, 175.

Als im Erdöle vorhanden können folgende Reihen bezeichnet werden, von welchen diejenigen, welche am verbreitetsten sind, durch fetteren Druck hervorgehoben werden sollen:

1) $C_n H_{2n+2}$
2) $C_n H_{2n}$
3) $C_n H_{2n-2}$
4) $C_n H_{2n-4}$
5) $C_n H_{2n-6}$
$C_n H_{2n-8}$
$C_n H_{2n-10}$
$C_n H_{2n-12}$

I. Die Methan- (Sumpfgas- oder Paraffin-) Reihe: $C_n H_{2n+2}$.
(Gesättigte Kohlenwasserstoffe.)

In vielen Rohölen bilden die Glieder dieser Reihe die Wesenheit des Erdöles, so z. B. in jenen von Galizien, Deutschland, Pennsylvanien, Canada, Zarskiji Kolodzi (Gouv. Tiflis) und vielen anderen. Um die Kenntniß dieser Reihe, insbesondere hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Constitution des Rohöles, haben sich große Verdienste erworben Schorlemmer[1]) in England, Pelouze und Cahours[2]) in Frankreich, C. M. Warren[3]) theils allein, theils im Verein mit F. H. Storer, ferner C. F. Chandler[4]) in Amerika, Lachowicz[5]) in Oesterreich und Andere mehr; obenan stehen die drei Erstgenannten, deren vieljährigen Forschungsergebnisse grundlegend waren und bis heute maßgebend sind.

In dem Rohöle ist die Methanreihe durch bei gewöhnlicher Temperatur gasförmige, flüssige und feste Glieder vertreten. Die ersteren sowohl wie die letzteren vermögen sich in den flüssigen zu lösen. Aus dieser Lösung scheiden sich die gasförmigen Glieder der Reihe ab, wenn die Temperatur etwas erhöht wird oder der Druck abnimmt, die festen bei einer Herabsetzung der Temperatur.

Mit der Molecularanziehung steigt in der allgemeinen Formel $C_n H_{2n+2}$ auch der Werth für n und der Siedepunkt; diese sind somit am kleinsten bei den gasförmigen, am größten bei den festen Gliedern.

---

[1]) Proc. Manchester Phil. Soc. March. 11. 1863 etc. — Journ. Chem. Soc. of London **28**, 3011 etc. — London Chem. News **11**, 225. — Trans. Roy. Soc. (5) **14**, 168. — Annalen d. Chemie u. Pharm. **127**, 311. [2]) Ann. Chim. et Phys. (4) **1**, 5; Compt. rend. liv. **1**, 56, 124; **54**, 505; **57**, 62. [3]) Mem. Amer. Acad. of Arts and Sciences (N. S.) **9**, **10**. — Amer. Journ. of Science (2) **39**, 327; **40**; **41**; **45**, 262; **46**. [4]) Amer. Chimist 1872, Nr. 11; 1876, Nr. 77. [5]) Ber. deutsch. chem. Ges. **14**, 1620.

Nach Schorlemmer und Chandler wurden bisher im pennsylvanischen Rohöle folgende Verbindungen der Methanreihe nachgewiesen.

Name	Formel (C_nH_{2n+2})	C	H	Siedepunkt °C.	Dichte
Gasförmig:					
Methan	CH_4	75,00	25,00	Gas	0,559
Aethan [1]	C_2H_6	80,00	20,00	"	1,036
Propan [1]	C_3H_8	81,81	18,19	"	—
Butan	C_4H_{10}	82,80	17,20	1	0,600
Flüssig:					
Pentan	C_5H_{12}	83,33	16,67	30	0,628
Hexan	C_6H_{14}	83,72	16,28	69	0,664
Heptan [2]	C_7H_{16}	84,00	16,00	97,5	0,699
Oktan	C_8H_{18}	84,21	15,79	125	0,703
Nonan	C_9H_{20}	84,38	15,62	136	0,741
Dekan	$C_{10}H_{22}$	84,51	15,49	158	0,757
Endekan	$C_{11}H_{24}$	84,61	15,39	182	0,765
Dodekan	$C_{12}H_{26}$	84,70	15,30	198	0,776
Tridekan	$C_{13}H_{28}$	84,78	15,22	216	0,792
Tetradekan	$C_{14}H_{30}$	84,85	15,15	238	—
Pentadekan	$C_{15}H_{32}$	84,90	15,10	258	—
Hekdekan	$C_{16}H_{34}$	84,94	15,06	280	—
Oktodekan	$C_{18}H_{38}$	85,04	14,96	—	—
?	$C_{20}H_{42}$	85,11	14,89	—	—
?	$C_{23}H_{48}$	85,18	14,82	—	—
?	$C_{25}H_{52}$	85,23	14,87	—	—
Fest:					
Paraffin (Myricyl)	$C_{27}H_{56}$	85,26	14,74	—	—
Paraffin (Ceryl)	$C_{30}H_{62}$	85,31	14,69	370	—

Nebst den vorstehenden normalen Gliedern isolirte Schorlemmer aus dem amerikanischen Rohöle noch folgende Isomerien, welche sich bei gleicher Zusammensetzung und Dichte von den ersteren nur durch eine geringere Siedetemperatur unterscheiden; es sind dies:

---

[1]) Zuerst von Ronalds aufgefunden. [2]) Die Heptane des pennsylvanischen Oeles studirte eingehend Morgan. Ann. d. Chem. u. Pharm. 117, 304. Kerl-Muspratt, Handwörterb. d. techn. Chem. 3. Aufl., 5, 986.

	Formel	Siedetemp. ° C.
Iso-Pentan . . .	C_5H_{12}	30
Iso-Hexan . . .	C_6H_{14}	61
Iso-Heptan . . .	C_7H_{16}	91
Iso-Oktan . . .	C_8H_{18}	118

Nebenher sei bemerkt, daß im amerikanischen Leuchtöle die Glieder C_7H_{16} bis einschließlich $C_{12}H_{26}$ [1]), nach Biel [2]) auch $C_{14}H_{30}$ und $C_{16}H_{34}$, vorhanden sind.

Nach Lachowicz sind im galizischen Rohöle die Glieder der Methanreihe vorherrschend; er isolirte Pentan und Isopentan (im Verhältnisse 1:3 vorhanden), normales und secundäres Hexan, Heptan, Nonan und Dekan. Beilstein und Kurbatoff wiesen in dem leichtflüssigen Theile des Rohöles von Zarskiji Kolodzy (Gouv. Tiflis) Pentan, Hexan und Heptan nach, wie denn überhaupt dieses Oel vorwiegend aus Gliedern der Methanreihe — zum Unterschiede von jenem von Baku — besteht. Nach Dr. Krämer gehören die Destillate des deutschen Erdöls bis 150° vorwiegend der Methanreihe an, während diese nach C. F. Chandler im italienischen Oele gänzlich fehlen soll.

Warren entdeckte in den pennsylvanischen Oelen ebenfalls Isomerien der Methanreihe; wir wollen im Kurzen die Ergebnisse dieser sehr sorgfältig durchgeführten Untersuchungen mittheilen, wobei bemerkt sei, daß sich die Dichten auf 0° C. beziehen.

I. Naphtha-Gruppe.				II. Beta-Naphtha-Gruppe.			
Formel	Siedepunkt ° C.	Dichte	Dampfdichte	Formel	Siedepunkt	Dichte	Dampfdichte
C_4H_{10}	?	0,600 [3])	2,110 [3])	C_4H_{10}	8 bis 9	0,611	—
C_5H_{12}	30,2	0,640	2,538	C_5H_{12}	37,0	0,645	2,514
C_6H_{14}	61,3	0,676	3,053	C_6H_{14}	68,5	0,689	3,038
C_7H_{16}	90,4	0,718	3,547	C_7H_{16}	98,1	0,730	3,551
C_8H_{18}	119,5	0,737	3,992	C_8H_{18}	127,6	0,752	3,990
C_9H_{20}	150,8	0,756	4,600				

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß die Siedepunkte der analogen Glieder der II. Gruppe um 7 bis 8° C. höher liegen, als wie jene der I., und daß bei der einen wie bei der anderen mit einem Kohlenstoffatom der Siedepunkt um etwa 30° C. erhöht wird, eine Gesetzmäßigkeit, die durch Schorlemmer's vor-

[1]) Kerl-Muspratt, Handwörterbuch der technischen Chemie. 3. Aufl. 5, 986.
[2]) Dingl. pol. Journ. 232, 354. [3]) Nach Ronalds, Journ. chem. Soc. of London (2) 3, 54. — Bull. Soc. Chim. 1866, 135; früher auch von Pelouze und Cahours nachgewiesen, welche die Siedetemperatur mit etwas über 0° C. angeben. Ann. Chim. et Phys. (4) 1, 5.

genannte Untersuchungen nur in den isomeren Gliedern zum Theil bestätigt wird. Immerhin verdienen Warren's sorgfältige Untersuchungen auch fernerhin noch Beachtung.

Die Bestimmungen der Siedepunkte, Dichten und Dampfdichten durch Pelouze und Cahours sind nach Warren nicht maßgebend, da die von ihnen angewendeten Methoden nicht genügend genau waren.

Der Gehalt des Erdöles an Paraffinen ist schon lange bekannt; doch war man längere Zeit im Zweifel, ob man sie nicht etwa der Aethylenreihe ($C_n H_{2n}$), deren Kohlen- und Wasserstoffgehalte sie sich in Folge der großen Werthe für n ganz bedeutend nähern, zurechnen soll; erst in letzterer Zeit wurde diese Frage endgültig dahin entschieden, daß man die Paraffine der Methanreihe zuzuzählen habe, ja die Engländer u. A. benennen hiernach die letztere Paraffinreihe.

Nachdem v. Reichenbach das Paraffin im Jahre 1824 im Steinkohlentheer entdeckt hatte, wies er es schier zehn Jahre später auch im Erdöle nach [1]). Buchner schied es schon im Jahre 1820 aus dem Erdöle von Tegernsee (Krämer fand 4 Proc.) ab, doch wurde es später erst von Kobell als Paraffin erkannt; weitere Untersuchungen stellten die Anwesenheit desselben auch im Erdöle von Baku und von Amiano (Parma) fest; in jenem von Rangun (Burma in Ostindien), dessen Consistenz der des Gänsefettes gleicht, und welches 0,885 Dichte (nach Bohl), einen schwachen, nicht unangenehmen Geruch und grünlich braune Farbe besitzt, sind nach Gregory, Warren de la Rue und H. Müller bis zu 11 [2]), in jenem von Java nach Bleckrode sogar bis zu 40 Proc. Paraffin enthalten [3]); nahezu 40 Proc. sollen nach Perutz [4]) auch im Erdöle von Taiakeiana (District Porbolingo, Ostindien) vorkommen, doch verdienen diese letzteren Bestimmungen gewiß noch weitere Bestätigungen. Auch das galizische Erdöl enthält bis zu etwa 11 (Boryslaw), gewöhnlich 3 bis 5 Proc., jenes von Elsaß nach Krämer 0,5 Proc. Paraffin, während er im Oelheimer Oele nur unbestimmbar kleine Mengen fand; hingegen soll das Erdöl von Sehnde (Hannover) nach Bussenius und Eisenstuck ansehnliche Mengen Paraffin enthalten, ebenso jenes von Turkmanien und von Centralafrika (nach Livingstone).

Dr. H. Gintl [5]) giebt den Paraffingehalt von folgenden Erdölen an: Bukowina 12,4 Proc., Boryslaw (Galizien) 6,07, Rothes Meer (afrikanische Küste) nach J. L. Canidas (G des Oeles = 0,912) 5,2, Baku bis 5,0 [6]), Canada 3,0 (nach R. Tate), Rumänien 2,23 Proc. In Galizien will man gefunden haben, daß die eocänen Oele frei von Paraffin seien, welches nur in dem Oele der cretacischen und miocänen Schichten vorhanden ist.

---

[1]) Schweiger's Journ. 9, 133. [2]) Bohl fand 6,071 Proc. Paraffin und 4,605 Proc. Asphalt. [3]) Fischer-Wagner, Handbuch d. chem. Technologie. 12. Aufl., 970. [4]) Industr. d. Min.-Oele. 88. [5]) Kick-Gintl, Techn. Wörterb. 6, 618. [6]) Nach Roßmäßler enthalten die meisten Bakuöle wenig oder gar kein Paraffin.

Irriger Weise wird häufig behauptet, daß das amerikanische Erdöl frei von Paraffin sei; dem gegenüber sei hervorgehoben, daß Ziurek bis zu 2 Proc., R. Tate zwischen 2 und 3 Proc. fand, und daß Bolley und Schwarzenbach im pennsylvanischen Rohöle 0,7 Proc. Paraffin nachwiesen; nach Kerl[1]) steigt der Gehalt im New Yorker Erdöle sogar bis zu 2,5 Proc. — Die amerikanischen Paraffine waren auch wiederholt Gegenstand eingehender Studien, so z. B. von Goldstein[2]), Stenhouse[3]), Odling[4]), Herman[5]), Morgan[6]), Schorlemmer[7]) u. A.

Trotzdem das Paraffin schon seit Langem bekannt ist, begann doch erst im Jahre 1856 seine Darstellung im Großen. Das hierbei erhaltene Product besitzt keine constante Zusammensetzung, da es eine Mischung von verschiedenen festen, höchsten Gliedern der Methanreihe ist; aus diesem Grunde ist auch der Schmelzpunkt der Paraffine sehr wechselnd; je höher derselbe gelegen ist, desto werthvoller ist es. Schmelzpunkt und Dichte stehen in geradem, annähernd arithmetischem Verhältnisse.

Schorlemmer sieht im Paraffin ein Gemisch von primären und secundären Kohlenwasserstoffen, während Morgan sogar noch die Möglichkeit des Vorhandenseins einer tertiären Reihe bespricht. Durch diese außerordentliche Mannigfaltigkeit ist es sehr schwierig, die einzelnen Paraffinindividuen durch fractionirte Destillation zu trennen.

Die Paraffine sind weiße, wachsähnliche, zum Theil krystallinische, geruch- und geschmacklose, sich etwas fettig anfühlende Körper, deren Dichte, so weit unsere bisherigen Kenntnisse reichen, zwischen 0,869 und 0,943, deren Schmelzpunkte zwischen 38° und 61° C. (letzterer für Paraffine aus dem Rangunöle nach Anderson) schwanken. Wenn sie tagelang erhitzt werden, so nehmen sie Sauerstoff auf und werden braun. Die Paraffine sind in Wasser unlöslich, lösen sich jedoch leicht in Aether, Erd-, Terpentin- und Olivenöl, Photogen, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff; siedender absoluter Alkohol löst etwa 3 Proc. Aus manchen Lösungen werden sie gallertartig, aus anderen krystallinisch abgeschieden. Bei gewöhnlicher Temperatur werden sie von Alkalien, Säuren und Chlor nicht angegriffen, vom letzteren jedoch bei höherer Temperatur und nach längerer Einwirkung; ähnlich verhalten sich auch Brom und Schwefel. Die Paraffine lassen sich nicht verseifen, wie die Fette, von welchen sie sich, wenn zusammengeschmolzen, beim Erkalten wieder abscheiden, hingegen bilden sie, mit Wachs, Stearin- und Palmitinsäure und mit Harz zusammen geschmolzen, mit diesen innige Gemenge.

---

[1]) Kerl-Muspratt, Handwörterb. d. techn. Chem. 3. Aufl. 5, 987.
[2]) Ber. deutsch. chem. Ges. 12, 689; Journ. Chem. Soc. of London 36, 765.
[3]) Bull. Soc. Chim. de Paris 1878, 189; Ann. der Chem. 170; 18, 249.
[4]) Proc. Roy. Inst. 8, 16. [5]) Rep. B. A. A. S. 1875. [6]) Ann. Chem. Pharm. 177, 312. [7]) Journ. Chem. Soc. of London 28, 3011. — Ann. Chem. Pharm. 144, 263.

Durch längere Zeit war es fraglich, ob sich die Paraffine im Rohöle ursprünglich finden, oder ob sie sich erst bei der Destillation bilden, da diese mit Rücksicht auf die hohe Temperatur, bei welcher die Paraffine übergehen, auch eine destructive sein kann. Doch wies Sadtler[1]) schon vor längerer Zeit auf halb feste, paraffinreiche Gemische hin, welche sich bei den Bohrthürmen, in den Röhren ꝛc. in Pennsylvanien absetzen, welche Beobachtungen durch S. F. Peckham[2]) speciell aus dem Bradford-District noch vermehrt wurden, so daß es keinem Zweifel mehr unterliegt, daß die Paraffine ursprünglich vorhanden im Erdöle gelöst sind. Derartige Beobachtungen dürfte Jeder, der sich mit Erdöl eingehender beschäftigt, vermehren können. Es sei hier nur ein eclatantes Beispiel erwähnt; wenn man das an Vaselin reiche, bernsteingelbe Erdöl von Klenczany (Galizien) einige Monate bei gewöhnlicher Temperatur stehen läßt, so verbleibt eine feste Masse, welche vorwiegend aus Paraffinen besteht und mit dem Erdwachs von Boryslaw (Galizien) vielfach Aehnlichkeit besitzt.

Selbst noch in jüngster Zeit wurde behauptet, daß die Paraffine im Erdöle ursprünglich amorph seien und erst durch die Destillation eine krystallinische Structur annehmen. Ich kann dem nicht beipflichten und führe als Gegenbeweis ein fast weißes, zum Theil durchsichtiges Paraffin an, welches in einem feinkörnigen Sandsteine mit dem Erdöle bei Soszmező (Siebenbürgen) gefunden wurde und im polarisirten Lichte deutlich die Zwillingsstreifung erkennen läßt. Der graue bis grünlichgraue Sandstein zeigt nicht im Mindesten die Einwirkung einer höheren Temperatur und es ist auch aus geologischen Gründen nicht gestattet, eine Wärmewirkung von etwa 370° (Siedepunkt von $C_{30}H_{62}$) vorauszusetzen.

Die Paraffine kommen auch als solche in der Natur vor; eine ganze Reihe der Organolithe besteht entweder ausschließlich oder vorwiegend aus Mischungen derselben; ihre Schmelzpunkte, welche in der nachfolgenden Aufzählung in Klammern beigefügt sind, sind je nach den vorherrschenden Paraffinindividuen, theils auch je nach den anderen Beimengungen verschieden. Von diesen Organolithen seien erwähnt: Urphelit (Schmelztemperatur 39° C.), Hatchettin (46 bis 47° C.), Ozokerit (56 bis 65° C.), Chrismatit (55 bis 60° C.), Zietrisikit (82 bis 90° C.), Scheererit (nahezu 100° C.); hiervon ist der Ozokerit oder das Erdwachs von wesentlicher technischer Bedeutung, welcher zu Boryslaw (Galizien) in mehreren tausend Schächten gewonnen wird.

---

[1]) Amer. Chem. Journ. 1, 30. [2]) Rep. on the Prod., Technol. and Uses of Petr. 55.

2. Der Aethylen- (Olefin-) Typus: $C_n H_{2n}$.
(Constante Mengen von C = 85,71, H = 14,29.)

A. Eigentliche Aethylene (Olefine).

Es wurde bereits früher hervorgehoben, daß viele Erdöle vorwiegend aus Methanen bestehen und daß deren Anwesenheit mit voller Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Nicht so sicher sind unsere Kenntnisse über das Vorhandensein der Aethylene; dort, wo $C_n H_{2n}$ im Erdöle vorherrschen, wie in der Umgebung Bakus, ist zwar die Zusammensetzung, jedoch nicht das chemische Verhalten mit den Gliedern der Aethylenreihe übereinstimmend, weshalb sie von diesen getrennt behandelt werden müssen.

Obzwar in mehreren Rohölen Aethylene sicher nachgewiesen wurden, so scheinen sie vorwiegend nur in den schwereren Oelen quantitativ einigermaßen zur Bedeutung zu gelangen. In geringer Menge wurden sie von Tuttschew[1]) im galizischen, von Beilstein und Kurbatoff im Oele von Zarskiji Kolodzi (Gouv. Tiflis), von Warren[2]) und F. Chandler im pennsylvanischen Rohöle, in größerer Menge von C. F. Chandler, S. F. Peckham im californischen Rohöle, und von Warren de la Rue und H. Müller insbesondere im Bergtheere von Rangun (Ostindien) nachgewiesen, in welch' letzterem die Aethylene vorwiegen.

Nach Lachowicz fehlen im galizischen Erdöle die Aethylene und er vermuthet, daß dieselben auch dort, wo sie gefunden wurden, erst durch Destillation entstanden sind. Auch Dr. Krämer weist darauf hin, daß durch Druck und Wärme die Componenten der Erdöle, insbesondere die hochsiedenden, sich in aromatische Körper zerlegen und daß durch die Vergasung Kohlenwasserstoffe der Aethylenreihe entstehen können.

Schorlemmer und zum Theile auch C. F. Chandler wiesen im nordamerikanischen Rohöle folgende Glieder der Aethylenreihe nach, welche ebenfalls bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig, flüssig oder fest sein können.

Name	Formel $C_n H_{2n}$	Siedepunkt °C.	Dichte
Gasförmig:			
Aethylen	C_2H_4	Gas	0,978
Propylen	C_3H_6	—18	—
Butylen	C_4H_8	+3	—

1) Journ. f. prakt. Chem. 93, 394. 2) Mem. Amer. Ac. 9, Amer. Journ. Scienc. (2) 40.

Der Sauerstoff findet sich vorzugsweise in den säure- und phenolartigen Verbindungen; erstere wurden zuerst von Hell und Medinger ($C_{11}H_{20}O_2$) [1]) eingehender, insbesondere in den rumänischen Oelen, untersucht, ohne daß es ihnen gelang, deren Constitution mit Sicherheit festzustellen; die Auffindung der Phenole verdanken wir Markownikoff. Dieser wies im Verein mit Ogloblin unbedeutende Mengen von Sauerstoff auch in den Destillaten, sowohl den leichten wie auch den schweren, des Erdöls von Baku nach. Im Allgemeinen fanden sie, daß dieser Antheil mit der Dichte und der Siedetemperatur quantitativ steigt, so daß er im Benzin nur etwa 0,79, in den Fractionen von 220 bis 230° C. jedoch schon 5,21 Proc. beträgt. Die aus dem Erdöl bezw. aus dessen Destillaten genommenen sauerstoffhaltigen Producte, welche durch Schwefelsäure vollkommen zersetzt wurden, ohne daß sauerstoffhaltige Sulfoderivate nachgewiesen werden konnten, sind hauptsächlich neutralen, jedoch auch sauren Charakters. Von den erwähnten Erdölsäuren wiesen die Genannten Undekanaphthensäure ($C_9H_{19}.CO_2H$) und Dodekanaphthensäure ($C_{10}H_{21}.CO_2H$) nach, welche letztere mit der von Hell und Medinger dargestellten identisch ist.

Das Baku-Rohöl, welches im Ganzen nur 0,2 Proc. Säuren (Fett- und Essigsäuren) enthält, scheint an diesem Bestandtheile ärmer zu sein als rumänisches und galizisches.

Dr. Krämer [2]), welcher sich um die Kenntniß der deutschen Erdöle besondere Verdienste erwarb, fand den Säuregehalt von 1000 ccm Rohöl, ausgedrückt in Cubikcentimetern Normalsäure, und zwar von:

Tegernsee	mit	5,20
Elsaß	„	14,20
Oelheim	„	22,04,

welch' letztere Menge unter Zugrundelegung der von Hell aufgestellten Formel 0,5 Proc. des Rohöls entsprechen würde. Nach neueren Mittheilungen jedoch beträgt der Säuregehalt im Oele von Elsaß 0,136, von Oelheim 0,081 Proc. Aus einer niedriger siedenden Fraction wurde eine Säure nach der Formel $C_{13}H_{24}O_2$, aus einer hochsiedenden $C_{15}H_{28}O_2$ ausgeschieden [3]). Die ausgeschiedenen Sauerstoffsäuren, farblose, ölige, bei ca. 300° siedende Flüssigkeiten, entsprechen zweifelsohne den von Hell und Medinger, Markownikoff und Ogloblin näher untersuchten; Dr. Krämer kommt zum Schlusse, daß sie den gewöhnlichen Fettsäuren angehören und nicht um 2 H ärmer als diese sind, wie die anderen genannten Forscher annahmen. Es gelang auch ihm nicht, außer Säuren und Phenolen andere Sauerstoffverbindungen im deutschen Rohöle nachzuweisen.

Da auch die Destillate des Rohöles Sauerstoff aufnehmen, so liegt hierin die Erklärung für die allgemein bekannte Thatsache, daß ein länger der Luft ausgesetztes Leuchtöl an Brennwerth verliert.

---

[1]) Ber. deutsch. chem. Ges. 7, 1216; 10, 451. [2]) Sitzber. Ver. z. Bef. d. Gewerbefleißes 1885, 296. [3]) Ibid. 1886, 553.

Die Erdölsäuren besitzen zwar die gleiche Zusammensetzung wie die Oelsäuren, doch sind ihre Eigenschaften vielfach abweichend. Nach Krämer sind erstere Carbonsäuren der Naphthene.

Auch in einigen zu den Paraffinen zu zählenden Erdharzen wurde Sauerstoff nachgewiesen, so fand Johnston in einem Elaterit bis zu 3,8 Proc. Sauerstoff.

Phenole wurden im galizischen Rohöl von Pebal und Freund [1], im kaukasischen von Markownikoff und Ogloblin [2], im deutschen von Krämer und Böttcher [3] nachgewiesen.

Das Lösungsvermögen des Erdöls gegenüber den Metallen wird durch die Anwesenheit der freien Säuren bedingt. Zuerst hat Dr. Stevenson Macadam [4] darauf hingewiesen, daß Paraffinöl Blei und Zink in bedeutender Menge auflöse. Engler wies nun auch vom Erdöl nach, daß es Blei, Zinn, Kupfer, Magnesium und Natrium unter dem Einflusse von Luft oder Sauerstoff bei Bildung von organischen Säuren, den eben erwähnten Fettsäuren, angreift. Wird es mit Kalilauge gewaschen und in Kohlensäure destillirt, so verliert es seine lösende Fähigkeit gegenüber den Metallen.

Schwefel.

Bereits in den mitgetheilten Elementaranalysen wurde erwähnt, daß Markownikoff und Ogloblin in dem Erdöle des Benkendorff-Brunnens bei Baku 0,064 Proc. Schwefel nachwiesen. O. Hesse fand im syrischen und amerikanischen Asphalt Schwefelmengen bis zu 8,78, bezw. 10,85 Proc. Peckham [5] wies Schwefel auch im californischen Rohöle nach und erwähnt ein Rohöl aus der Kirgisen-Steppe mit 1,87 Proc. Schwefel. Der Schwefelgehalt des canadischen Oeles ist allgemein bekannt. Nawratil [6] fand im Rohöle von Pagorzyn (Galizien) Schwefelwasserstoff, Dr. Krämer in den deutschen Erdölen, mit Ausnahme jenes von Tegernsee, Schwefel und zwar in folgenden Mengen: Elsaß 0,134 bis 0,138, Peine (Hannover) 0,077 bis 0,085, und nimmt an, daß er in Form thiophenähnlicher Verbindungen enthalten sei. Im Erdöle der Terra di Lavore (Italien) steigt der Schwefelgehalt bis zu 1,30 Proc. [7].

Böttger schied aus einem zwischen 55 und 65° siedenden Destillate des pennsylvanischen Rohöls einen weißen Körper von der Zusammensetzung $C_5H_{10}SO_3$ ab.

---

[1] Annal. d. Chem. u. Pharm. 115, 21. [2] Ber. deutsch. chem. Ges. 19, 349. [3] Ibid. 20, 596. [4] Stowell's Petr. Rep. 1878, Nr. I. [5] Rep. of the Prod., Technol. and Uses of Petr. 54. [6] Dingl. pol. Journ. 246, 423. [7] Engler, Dingl. pol. Journ. 250, 316.

Nach Markownikoff und Ogloblin beträgt der Antheil der sogenannten Naphthene im Bakuöle mindestens 80 Proc. Sie wiesen ferner nach, daß auch die amerikanischen Erdöle nicht ausschließlich — was, nebenbei bemerkt, nie behauptet wurde — aus gesättigten Kohlenwasserstoffen bestehen, sondern auch kleine Mengen von Naphthen und Naphthylen enthalten[1]). Ebenso haben sie im Erdöle von Hannover Naphthen constatirt. Auch im galizischen Erdöle wies Lachowicz die hydrogenisirten Kohlenwasserstoffe, insbesondere das Hydrotoluol, nach. Nach ihm würde das galizische Rohöl hinsichtlich des Naphthengehaltes zwischen jenem von Baku und von Pennsylvanien stehen.

Nach Le Bel[2]) scheinen die Rohöle von Becherelli und Tschungnelek (Krim, Rußland) mit jenen von Baku sehr ähnlich zu sein.

Dr. G. Krämer[3]) war anfänglich geneigt, in den Naphthenen eine Mischung von Methanen mit aromatischen Körpern zu erkennen; doch in seiner jüngsten, im Verein mit W. Böttcher[4]) veröffentlichten Mittheilung erkennt auch er die Existenz und Selbständigkeit der Hexahydrüre der aromatischen Reihe an. Die genannten beiden Autoren fanden, daß in dem stärker verharzten, dichteren Oelheimer Erdöle in dem gegen Mineralsäuren indifferenten Antheile (Methane und Naphthene) am meisten von den Naphthenen vorkommt, während in den leichteren Erdölen von Tegernsee und Pechelbronn die Methane entschieden vorwiegen.

Sämmtliche Chemiker, welche sich mit der Untersuchung der Naphthene beschäftigten, erklären diese nun als Hexahydrüre der aromatischen Reihe ($C_n H_{2n-6} + H_6$).

3. Die Benzolreihe: $C_n H_{2n-6}$.

(Zur Gruppe der aromatischen Kohlenwasserstoffe.)

Die Dichte der Glieder dieser Reihe beträgt etwa 0,86; die wichtigsten sind:

Name	Formel	C	H	Siedetemp. ° C.
Benzol . .	$C_6 H_6$	92,3	7,7	82
Toluol . .	$C_7 H_8$	91,3	8,7	111
Xylol . . .	$C_8 H_{10}$	90,6	9,4	139
Cumol . .	$C_9 H_{12}$	90,0	10,0	148
Cymol . .	$C_{10} H_{14}$	89,5	10,5	175

Die Benzole sind in den Erdölen ziemlich verbreitet, doch stets in nur sehr geringen Mengen vorhanden. So z. B. fand Pawlesky in dem aus galizischem Erdöle erhaltenen Benzin etwa 4 Proc. Benzol und Paraxylol; da

[1]) Bereits von Schützenberger und Jonin wurden die fraglichen $C_n H_{2n}$-Verbindungen im amerikanischen Oele nachgewiesen. [2]) Engineering 42, 579. [3]) Sitzber. Ver. zur Beförderung d. Gewerbefleißes 1885, 292. [4]) Ber. deutsch. chem. Ges. 20, 596 bis 598.

jedoch das Benzinausbringen daselbst mit etwa höchstens 10 Proc. angenommen werden kann, so ergiebt sich der Gehalt an Benzolen, auf das Rohöl bezogen, mit etwa 0,4 Proc. Ferner bestimmte Engler den Gehalt an Pseudocumol und Mesitylen im amerikanischen Petrolen zu 0,2 Proc.

Nebst diesen normalen Reihen finden sich im Erdöle, bezw. dessen Destillaten auch Isomerien. Von diesen Verbindungen wurden bisher in den Erdölen, bezw. deren Fractionen constatirt:

Benzol wurde nachgewiesen in galizischen Destillaten von Pawlesky[1]) und von Lachowicz, im Rohöle von Baku von Markownikoff, in jenem von Zarskiji Kolodzi (Gouv. Tiflis) von Beilstein und Kurbatoff, in jenem von Rangun (Ostindien) von Warren de la Rue und H. Müller, im pennsylvanischen von Schorlemmer.

Toluol wurde in allen bei Benzol genannten Localitäten von den erwähnten Forschern nachgewiesen.

Xylol stellten Warren de la Rue und H. Müller aus dem Rangunöle und Schorlemmer aus dem pennsylvanischen Rohöle dar. — Isoxylol (Siedetemp. 141°) wurde nachgewiesen in den Destillaten aus dem Rohöle von Galizien durch Pawlesky und durch Lachowicz, in jenem vom Kaukasus von Dr. Krämer, von Baku durch Markownikoff. — Paraxylol (Siedetemp. 137°) erhielt Pawlesky aus galizischen Destillaten.

Cumol haben Warren de la Rue und H. Müller im Oele von Rangun (Ostindien) gefunden, während S. F. Peckham von hier auch noch Isocumol angiebt. — Pseudocumol (Siedetemp. 166°) fanden im kaukasischen Oele Markownikoff und Ogloblin und im amerikanischen (höchst wahrscheinlich pennsylvanischen), elsassischen (Schwabweiler), hannoverschen, galizischen und italienischen (Terra di Lavore) Engler[2]). — Mesitylen (C_9H_{12}, Siedetemp. 163°) constatirten Lachowicz im galizischen, Engler im amerikanischen, elsassischen (Schwabweiler), hannoverschen, galizischen und italienischen (Terra di Lavoro) Rohöle; im Bakuöle fand es Markownikoff.

Die vorstehend erwähnten Benzole finden sich nach Schultz u. A. auch im Steinkohlentheer.

Nebst den genannten aromatischen Verbindungen wurden überdies in den zwischen 120 bis 216° siedenden Fractionen des kaukasischen Erdöls auch Durol, Isodurol, Diäthyltoluol, Isocambylbenzol und andere Verbindungen nach dem Typus $C_{11}H_{16}$ nachgewiesen.

---

[1]) Ber. deutsch. chem. Ges. 18, 1915. [2]) Ber. deutsch. chem. Ges. 18, 2234.

Nach Beilstein und Kurbatoff sollen auch im Erdöle des hannoverschen Gebietes aromatische Kohlenwasserstoffe vorhanden sein, nach Schorlemmer[1]) auch im canadischen Oele. Pelouze, Warren, R. Tate, M. Murphy, C. F. Chandler, Bolley und Schwarzenbach bemühten sich vergeblich, im pennsylvanischen Erdöle Benzole aufzufinden.

4. Andere Kohlenwasserstoffreihen.

Nebst den bisher erläuterten Kohlenwasserstoffen wurden in den hochsiedenden Fractionen auch andere theils sicher nachgewiesen, theils mit besseren oder schlechteren Gründen vermuthet. Sie sind wegen ihrer großen Seltenheit sowohl, als auch wegen der außerordentlich geringen Mengen von keiner besonderen Bedeutung.

A. Acetylenreihe: $C_n H_{2n-2}$.

Schon Mendelejeff schloß aus dem Verhalten mancher Fractionen des Erdöles von Baku gegen gewisse Reagentien (Kaliumpermanganat, Salpetersäure, Quecksilberjodid) auf die Anwesenheit von Kohlenwasserstoffen dieser Reihe, welche später auch durch Markownikoff und Ogloblin[2]) in ganz geringen Mengen nachgewiesen wurden.

B. Camphenreihe: $C_n H_{2n-4}$.

Nach den Untersuchungen der beiden letztgenannten Chemiker ist dieselbe in sehr geringer Menge im Erdöle des Baku-Gebietes vorhanden.

Boussingault[3]) erzeugte aus dem Bergtheere und Asphalt von Pechelbronn (Elsaß) bei 300° C. Fractionen, welche er Petrolen nannte, und welches er für den flüssigen Antheil aller Asphalte (den festen nannte er Asphalten) hielt. Er schreibt hierfür die Formel $C_{10} H_{16}$, wodurch er diesen Körper der Camphenreihe, speciell den Terpenen zustellte, bestimmte die Siedetemperatur = 280° C., die Dampfdichte = 9,415. Warren weist in einer Privatmittheilung an Dana[4]) darauf hin, daß die Dampfdichte nur 8,49 betragen kann, und daß das Petrolen eine hauptsächlich aus Aethylenen bestehende Mischung sei.

Völkel[5]) unterwarf ein zähes Bitumen von Travers (Schweiz) der Destillation in Eisencylindern und erhielt sechs Fractionen, deren Kohlen- und

---

[1]) London. Chem. News **11**, 255; Trans. Roy. Soc. (5) **14**, 136. [2]) Chem. Centr.-Blatt 1881, 609. — Ber. deutsch. chem. Ges. **18**, 2234. — Chem. Industrie 1882, 5, 189. [3]) Ann. Chim. Phys. **61**, 141; **73**, 442. [4]) Dana, Syst. of Mineralogy. 730. [5]) Ann. Chim. Phys. **87**, 143, 1862.

Wasserstoffgehalte zwar nahezu gleich groß waren, deren Siedetemperaturen jedoch zwischen 90 und 250° C., deren Dichten (bei 15° C.) zwischen 0,784 und 0,867 [1]) lagen. Temperaturen und Volumgewichte steigen allmählig an. Er gelangte zu der gemeinsamen Formel $C_6 H_{10}$ und betrachtete die Fractionen als Polymere von $C_{12} H_{20}$, weshalb sie zur Camphenreihe zu stellen wären. Auch hier dürfte man es mit Gemengen zu thun haben.

Festes Petrolen will Rendtwich [2]) im Bergtheer von Peklenicza bei Murakoz (a. d. Mur, Ungarn) nachgewiesen haben. — Krämer vermuthet, daß in den schweren Erdölen kleine Mengen von Terpenen ($C_{10} H_{16}$) oder Polyterpenen vorhanden sein müssen, da nur hierdurch die zähflüssige Beschaffenheit der hochsiedenden Fractionen der schweren Oele befriedigend erklärt werden kann. Sie können theils ursprünglich im Erdöle vorhanden sein, theils bilden sie sich während der Destillation.

Die erwähnten Untersuchungen gestatten die Vermuthung, daß im Bergtheere und Asphalt die Camphene reichlicher vorhanden sein dürften; sie bedürfen jedoch dringend einer sorgfältigen Wiederholung, um in diese Frage Gewißheit zu bringen.

C. Kohlenstoffreiche Verbindungen.

Markownikoff und Ogloblin haben in den über 210° siedenden Fractionen in sehr geringer Menge Kohlenwasserstoffe vom Typus $C_n H_{2n-8}$ abgeschieden; in der Fraction von 240 bis 250° erhielten sie jedoch nicht bloß $C_{11} H_{14}$, ein Glied jener Reihe, sondern auch Verbindungen neuer Reihen: $C_n H_{2n-10}$ ($C_{11} H_{12}$ und $C_{12} H_{14}$) und $C_n H_{2n-12}$ ($C_{13} H_{14}$). Alle diese zu den isologen Reihen von $C_n H_{2n-6}$ gehörenden Kohlenwasserstoffe vereinigen sich nicht direct mit den Halogenen, weshalb dieselben nicht in die Benzol-, sondern zu neuen Reihen zugerechnet werden.

Auch Krämer [3]) schied in dem Destillate von 200 bis 300° C. aus dem Erdöle von Tegernsee (Bayern) und Oelheim (Hannover) in sehr geringer Menge Naphthalin ($C_{10} H_8$) in Krystallen aus, welches dem zuletzt erwähnten Typus $C_n H_{2n-12}$ einzureihen ist. Ob dasselbe bereits ursprünglich vorhanden war, was sehr wahrscheinlich ist, oder durch Einwirkung verschiedener Reagentien erst gebildet wurde, muß durch spätere Untersuchungen entschieden werden. Die Fractionen zwischen 250 und 260° hatten ein Volumgewicht = 0,92, jene bei 300° sogar 1,016.

---

[1]) Die Dichten sind durchweg größer, als jene der Glieder der Aethylenreihe von gleicher Siedetemperatur und entsprechen auch der Naphthenreihe nicht.

[2]) Haidinger's Berichte 3, 271; Jahrb. geol. Reichs-Anst. 7, 743.

[3]) Sitzb. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl. 1885, 299.

Naphthalin ($C_{10}H_8$) wurde von Warren de la Rue und H. Müller[1]) bereits vor geraumer Zeit im Bergtheere von Rangun (Ostindien) nachgewiesen.

Bei der Destillation des Theeres, erhalten aus pennsylvanischem Erdöle, in rothglühenden Eisenretorten geht schließlich ein gelblichbrauner, zähflüssiger Körper über, welcher beim Austritte aus dem Retortenrohre erstarrt, und der anfänglich als Schmiermittel verwendet wurde; aus demselben hat H. Morton[2]) sehr kleine, nadelförmige, grünlichgelbe Kryställchen ausgeschieden, die er Thallen (Viridin) nannte, das mit Anthracen isomer sein dürfte; nach Truax ist jedoch dasselbe nicht ursprünglich im Erdöle vorhanden, sondern wird erst durch destructive Destillation gebildet. Nach Hamilton[3]) wird derselbe Körper Petrocen genannt und entspricht der Formel $C_{32}H_{22}$. Nach H. W. Twedble jedoch ist das Petrocen (G = 1,206) gleichsam das Rohmaterial, aus welchem das Thallen abgeschieden wurde. Nach Gräbe und Walter[4]) ist das Petrocen identisch mit dem von Burg untersuchten Picen ($C_{23}H_{14}$) des Braunkohlentheers. L. Prunier und R. David[5]) untersuchten ebenfalls das von Morton zuerst beobachtete Destillat und isolirten daraus, abgesehen von Paraffinen mit ungewöhnlich hohem Schmelzpunkte (bis 85° C.), noch eine beträchtliche Anzahl anderer kohlenstoffreicher Verbindungen, deren Kohlenstoffgehalt zwischen 88 und 96 Proc. schwankt, so: Anthracen, Phenanthren, Chrysen, Chrysocen und Pyren. Alle diese Stoffe scheinen jedoch erst durch destructive Destillation entstanden zu sein.

Divers und Nakamura isolirten einen festen Körper, dessen Schmelzpunkt zwischen 280 und 285° liegt und welcher der Zusammensetzung $(C_4H_3)_n$ entspricht. Le Bel und A. Muntz[6]) untersuchten die schwarzfärbende Substanz im Bergtheere von Pechelbronn (Elsaß), welche sie Asphaltin nannten, dessen Farbkraft mit jener des Anilins wetteifert, und welches aus einer Lösung in Kohlenstoffdisulfid als schwarze spröde Schuppen abgeschieden wurde; es ist nicht flüchtig.

Die Löslichkeitsverhältnisse des Erdöles.

Dieselben sind am eingehendsten durch Markownikoff und Ogloblin in dem Erdöle des Gebietes von Baku untersucht worden. Das Erdöl löst sich etwas in Wasser und nimmt letzteres auch auf und zwar in um so größerer Menge, je niedriger die Siedetemperatur der Destillate ist. In Alkohol löst sich der größte Theil des Oeles unter Hinterlassung harziger Theile; in Aether erfolgt eine vollständige Lösung. Salze und Metalloxyde werden gleichfalls davon auf-

[1]) Mem. Amer. Acad. 9. [2]) Amer. Chem. 3, 106, 162; 7, 88. [3]) Journ. Chem. Soc. London 32, 867; Zeitschr. f. Paraffine 1878, 59. [4]) Ber. deutsch. chem. Ges. 14, 175. [5]) Bull. Soc. Chim. Paris 31, 158, 293; Ber. deutsch. chem. Ges. 12, 366, 843. [6]) Bull. Soc. Chim. Paris 17, 156.

genommen, doch wird das Oel nach längerem Kochen mit Natrium nicht mehr durch Eisen- und Kupferoxyd gefärbt. Erdöl vermag auch Jod und Schwefel zu lösen[1]). — Das Lösungsvermögen des Erdöles gegenüber Metallen wurde bereits früher (S. 43) erwähnt und erklärt; derselbe Grund kann auch für sein Verhalten gegen Metalloxyde geltend gemacht werden.

Die Veränderung des Erdöles an der Luft.

Die Veränderungen, welche das Erdöl an der Luft erfährt und welche durch eine höhere Temperatur beschleunigt werden, können theils in Verdunstung, theils in der Sauerstoffaufnahme bestehen.

Ueber Verdunstung wurde bereits früher (S. 33) alles Wesentliche mitgetheilt. Durch diesen Vorgang wird das Oel in Folge Entweichens der leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffe stetig dichter und wird in Erdtheer übergehen. Dieser findet sich entweder als Ansammlung auf der Erdoberfläche oder in Sand und lockeren Sandsteinen, bei welchen der Luftzutritt erleichtert ist.

Enthält das Erdöl Paraffine, so werden diese schließlich als eine feste Substanz zurückbleiben. Auf diese Weise ist das Erdwachs (Ozokerit) entstanden. Es kann sich nur dort in bedeutenderer Menge anhäufen, wo die erwähnten beiden Bedingungen — Verdunstung ohne Oxydation und höherer Paraffingehalt des Erdöles — vorhanden waren. Das Erdwachs wird um so fester sein, je mehr die flüssigen Antheile Gelegenheit zum Entweichen hatten, der Kendebal von Boryslaw ist das Uebergangsstadium zwischen Erdöl und Erdwachs; läßt man ihn einige Zeit an der Luft liegen, so geht er bei Gewichtsverlust in letzteres über.

Bei der Sauerstoffaufnahme können zwei verschiedene Vorgänge eintreten und zwar:

a. Die Sauerstoffaufnahme erfolgt unter Wasserabspaltung, was durch Druck und Wärme befördert wird. Ein Theil des Wasserstoffs des Erdöles verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser, welches entweicht, während die Kohlenwasserstoffe reicher an Kohlenstoff werden, die Methane in Aethylene oder überhaupt in Verbindungen vom Typus C_nH_{2n} und auch in aromatische Körper ꝛc. übergehen können. Derartige Processe scheinen sich vielfach in den schwereren Oelen und im Asphalt (s. Petrolen ꝛc. S. 46) abgespielt zu haben.

b. Der Sauerstoff bildet mit den Kohlenwasserstoffen neue Verbindungen; wir sahen, daß dieselben theils als Phenole, theils als Erdölsäuren vorhanden sein können (S. 41). Wir heißen diesen Proceß die Verharzung des Erdöles.

[1]) Dingl. pol. Journ. 192, 509.

Diese Oxydationsprocesse allein, insbesondere jedoch in Verbindung mit der Verdunstung, werden die Dichte des Erdöles erhöhen und zur Bildung und Ausscheidung fester Körper beitragen. Der Asphalt, ein aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff bestehender, zäher oder fester und dann spröder Körper, ist das Endproduct aller dieser Vorgänge, welche zu seiner Bildung local in verschiedenem Grade mitgewirkt haben werden, weshalb er auch verschiedene Zusammensetzung zeigen muß und auch thatsächlich zeigt. So schwankt sein Sauerstoffgehalt zwischen 23 und kaum 1 Procent.

Chemisch-technische Untersuchung des Erdöls.

Die technische Untersuchung der Erdöle begnügt sich, die Menge der einzelnen, bei verschiedenen Temperaturen übergegangenen Destillate zu bestimmen, ohne auf deren chemische Natur weiter einzugehen. In der Praxis pflegt man unter den Destillaten drei verschiedene Gruppen zu unterscheiden und zwar:

I. Leichtflüchtige Oele [1]), destilliren über bis 150° C.;
II. Leuchtöle „ „ bei 150 bis 300° C.;
III. Rückstände.

Das Mengenverhältniß dieser drei für die Praxis sehr verschiedenwerthigen Fractionen ist sehr wechselnd; nach Engler [2]) beträgt es, wie es scheint beim Großbetriebe, in Procenten wie folgt:

	Pennsylvanien	Galizien	Rumänien	Elsaß	Baku
	Procente				
Leichtflüchtige Oele	10—20	3—6	4	—	5—10,6
Leuchtöl	60—75	55—65	60—70	35—40	32—53,5
Rückstände	5—10	30—40	25—35	55—60	36—60

Eine umfassendere Tabelle verdanken wir den Untersuchungen Dr. H. Gintl's [3]).

[1]) Die amerikanischen leichten Oele umfassen vorwiegend die Glieder C_5H_{12} bis C_8H_{18}, die Leuchtöle C_7H_{16} bis $C_{16}H_{34}$ der Methanreihe.
[2]) Dingl. pol. Journ. 260 und 261. (Sond.-Abdr. S. 24.)
[3]) Kick-Gintl, Techn. Wörterb. 5, 618.

Producte der Destillation	Rohöl von Pennsylvanien	Canada	Rangun (Ostind.)	Rothes Meer (Afrika)	Siary (W.-Galizien)	Boryslaw (O.-Galizien)	Bukowina	Rumänien	Baku (Rußland)
Dichte	0,824	0,845	0,885	0,912	0,827	0,842	0,84	0,846	0,865
	100 Theile liefern								
Leichtflücht. Oele	15,00	20,0	4,01	2,5	8,50	9,38	10,00	10,00	8,5
Leuchtöl I. Qual.	47,00	50,0	40,70	30,0	44,85	52,49	25,7	61,28	40,7
„ II. „	20,00	19,0	36,99	57,0	24,22	12,57	18,3	20,60	18,3
Paraffin . .	—	3,0	6,07	5,2	—	11,40	12,4	2,23	5,0
Theer	12,00	5,0	4,61	3,7	13,25	2,48	23,6	—	15,0
Coke u. Verlust	6,00	2,0	7,62	1,6	9,18	11,10	10,0	5,89	12,5

Die Annahme, daß das Ausbringen an Leuchtöl mit der Zunahme der Dichte fällt, ist nur im großen Ganzen für den Großbetrieb eines Gebietes richtig.

I. Die leichtflüchtigen Oele werden abermals je nach ihrer Destillations- bezw. Siedetemperatur mannigfaltig unterabgetheilt und benannt. Es sind auch mehrenorts die Ausdrücke Aether und Benzin üblich, ohne daß diese Fractionen mit den genannten Körpern übereinstimmen würden, sie haben nur zum Theile dieselbe Verwendung; auch der Ausdruck Naphtha ist in Anwendung, welcher jedoch in anderen Gebieten als mit Erdöl synonym gebraucht wird. Es empfiehlt sich durch die Vorsetzung des Wortes „Petroleum“ etwaigen Verwechselungen vorzubeugen, während in „Geschäftskreisen“ diese Beisetzung entfallen kann.

Man unterscheidet:

1. Petroleum-Aether (Keroselen, Rhygolen, Sheerwood-Oel): Siedetemperatur 40 bis 70°, Dichte 0,65 bis 0,66. Verwendung: Lösungsmittel für Harze, Kautschuk und Oel, zur localen Anästhesie bei chirurgischen Operationen und zur Erzeugung von Kälte.

2. Gasolin (Gasolen, Canadol): Siedetemperatur 70 bis 80°, Dichte 0,64 bis 0,667. Verwendung: Zur Extraction von Oelen aus Säuren rc., zur Wollentfettung, für Luftgasmaschinen und als Leuchtstoff in eigens construirten Lampen.

3. C-Petroleum-Naphtha (Petroleum-Benzin, Fleckwasser, Safety oil, Danforth oil): Siedetemperatur 80 bis 100°, Dichte 0,667 bis 0,707. Verwendung: Als Fleckwasser, zum Verfälschen des Petroleums,

in großen Mengen zu Heilzwecken und als Leuchtstoff in eigens construirten Lampen.

4. B-Petroleum-Naphtha (Ligroine): Siedetemperatur 80 bis 120°, Dichte 0,707 bis 0,722. Verwendung: Zum Brennen in Ligroinelampen, zur Bereitung von Leuchtgas, in der Malerei statt des Terpentinöles (es trocknet rascher als dieses).

5. A-Petroleum-Naphtha (Putzöl): Siedetemperatur 120 bis 150°, Dichte 0,722 bis 0,737. Verwendung: Zum Putzen von Maschinentheilen, als Surrogat des Terpentinöls, zum Verdünnen von Oelfarben, Lacken 2c.

Die unter 3, 4 und 5 genannten Fractionen werden manchmal auch als Petroleumsprit (G = 0,667 bis 0,737, T = 80 bis 150°) zusammengefaßt, hier und da auch noch das Gasölin umfassend.

Die vorstehende Eintheilung wurde gegenüber der ursprünglich von R. Wagner aufgestellten einigermaßen modificirt, um sie allgemein annehmbar zu machen, und zwar dadurch, daß auch die nun in Pennsylvanien übliche Eintheilung in Gasolin, C-, B- und A-Naphtha berücksichtigt wurde. Ueberdies sind nun auch die Siedetemperaturen in nahezu gleichen Abstufungen.

II. Das Leuchtöl (Petroleum, Kerosin, Kerosen): Siedetemperatur 150 bis 300°, Dichte 0,753 bis 0,864; um es zur Handelswaare zu machen, wird es mit Schwefelsäure, deren Ueberschuß durch Soda abgestumpft wird, behandelt. Die Verwendung des Leuchtöles ist bekannt.

Bei der Untersuchung des Rohöles empfiehlt es sich, drei Fractionen (150 bis 200, bis 250, bis 300°) abzuscheiden, da deren quantitatives Verhältniß für die Leuchtkraft des Oeles von Wesenheit ist; man kann sie als erstes, zweites und drittes Leuchtöl bezeichnen.

Da insbesondere bei schweren Erdölen bei Temperaturen über 250° häufig eine Wasserabspaltung in Folge Zerlegung eintritt, so ist es angezeigt, die Destillation bei vermindertem Luftdruck fortzusetzen.

III. Rückstände (Theer): Siedetemperatur 300° und darüber, Dichte verschieden, über 0,83. Durch weitere Temperaturerhöhung werden erhalten:

1. Schwere Oele, welche bei der fortgesetzten Destillation übergehen, und sich nach ihrer Dichte gliedern in

a) Schmieröl (Lubricating oil) von 0,7446 bis 0,8588 und

b) Paraffinöl von 0,8588 bis 0,959 Dichte.

Das Paraffin wird aus den schweren Oelen, insbesondere aus dem letzteren, durch Abkühlen in Schüppchen ausgeschieden und zu Kerzen, zur Wasserdichtung, als Appretur- und Isolirungsmittel 2c. verwendet. Den Gebrauch der Schmieröle verräth das Wort.

2. Koks, welcher als fester Körper im Destillationsgefäße zurückbleibt und zum Heizen oder von den Schmieden verbraucht wird.

Mit Rücksicht auf die technische Wichtigkeit sei hier auch des salbenartigen **Vaselins** (Mineralfett, Adeps mineralis) gedacht, das aus den Destillationsrückständen mancher Erdöle in größerer Menge ausgeschieden werden kann. Schon R. **Wagner**[1]) erklärte dasselbe als eine Mischung von Paraffinen mit dem flüssigen Gliede Heptan, während **Moß**[2]) hierin ein Gemenge leicht schmelzbarer Paraffine zu erkennen glaubte. **Miller**[3]) kam zu einem ähnlichen Resultate wie R. **Wagner**, da er nachwies, daß das **Vaselin** als eine Mischung von Paraffin mit flüchtigen Oelen anzunehmen sei. Zu gleichem Schlusse gelangten jüngst C. **Engler** und M. **Böhm**[4]) hinsichtlich des Vaselins von Ropa (Galizien) und von Amerika. Dem durch Destillation ausgeschiedenen wasserklaren Oele entspricht ein atomistisches Verhältniß: Kohlenstoff = 7,18 bis 7,23, Wasserstoff = 13,14 bis 13,82; es nähert sich dieses somit mehr der Aethylen-, als der Methanreihe. Ueberdies wurde Paraffin mit 40° Schmelzpunkt und sogenanntes flüssiges Vaselin (G = 0,8809) ausgeschieden, welches bei — 10° C. erstarrt; beide beginnen bei 240 bis 245° zu sieden.

Das Vaselin dient als Salbenkörper, zur Bereitung von Pomaden, Schminken, Goldcreams und in der Technik als schützender Ueberzug gegen Rost und Oxydation für alle Metalle und deren Legirungen, zum Einölen der Maschinen und als Waffenfett.

Das relative Verhältniß der einzelnen Fractionen ist je nach den verschiedenen Localitäten sehr wechselnd; selbst das Oel desselben Brunnens wird verschiedene Resultate geben, je nachdem frisch geschöpftes oder gelagertes zur Analyse verwendet wurde. Auf das Resultat der letzteren ist auch die Art und Weise ihrer Durchführung, insbesondere der Erwärmung von Einfluß.

Es verdient auch hervorgehoben zu werden, daß bei den verschiedenen Rohölen die Destillate derselben Temperatur verschiedene Dichten haben können; so z. B. sind jene des Bakuöles durchweg schwerer (Differenz 0,03 bis 0,05), als jene des pennsylvanischen, indem, wie früher erläutert, in dem einen ganz andere Kohlenwasserstoffreihen vorherrschen, als in dem andern. Im Allgemeinen ist der generelle Typus das Erdöl von Pennsylvanien, während jenes von Baku eine Ausnahme bildet.

Es sei deshalb auch zuerst nach S. F. **Peckham**[5]), unter Berücksichtigung unserer früher genannten Bezeichnungsweise, die durchschnittliche Zusammensetzung der Rohöle von Pennsylvanien, Ohio und Westvirginien (D = 0,800) mitgetheilt.

---

[1]) Dingl. pol. Journ. **223**, 515. [2]) Jahrb. f. reine Chem. 1876, 471. [3]) Deutsche Ind.-Ztg. 1875, 18. [4]) Dingl. pol. Journ. **262**, 468. [5]) Rep. Prod. et Petrol. etc. 165.

	Procente
Gasolin	1,5
C-Naphtha	10,0
B- „	2,5
A- „	2,5
Leuchtöl	54,0
Schmieröl	17,5
Paraffin	2,0
Coke und Verlust	10,0
	100,0

Hiermit stimmen auch die älteren Angaben C. F. Chandler's[1]) über das pennsylvanische Rohöl überein.

Um Irrungen zu vermeiden, sei hier erwähnt, daß das Ausbringen an Leuchtöl aus pennsylvanischem Rohöle beim Fabriksbetriebe etwa 75 Proc. beträgt.

Krämer[2]) verdanken wir die Untersuchung von Erdölen der meisten Gebiete, wobei die Fractionen über 250° unter vermindertem Luftdruck übergingen. Die Analysen ergaben:

Erdöl von	Dichte des Rohöles	Fractionen erhalten bis zu ° C.								Rückstand und Verlust
		150°		250°		300°		über 300°		
		Proc.	Dichte	Proc.	Dichte	Proc.	Dichte	Proc.	Dichte	Proc.
Tegernsee (Bayern) . .	0,812	20,04	0,726	26,12	0,782	14,02	0,825	35,91	0,856	3,07
Elsaß	0,888	1,30	0,720	16,37	0,778	17,07	0,824	47,88	0,903	16,28
Oelheim (Hannover) . . .	0,885	0,74	0,750	11,05	0,805	9,75	0,852	73,91	0,910	3,92
Pennsylvanien .	0,814	14,34	0,725	25,35	0,811	13,75	0,820	40,99	0,850	5,57
West-Galizien .	0,842	14,21	—	16,93	—	12,30	—	47,58	—	8,95
Wallachei . . .	0,857	14,32	—	22,59	—	13,86	—	39,51	—	9,72
Baku	0,880	0,63	0,762	21,73	0,811	15,55	0,825	57,97	0,903	4,12
Kuban (Asowsches Meer, Rußland) . .	0,930	2,30[3])	—	10,60	—	3,20	—	64,40	—	9,50

In den leichteren Oelen, wie jenen von Tegernsee und Pennsylvanien, wurden namhafte Mengen gelöster, nicht condensirter Gase der Methanreihe nachgewiesen.

[1]) Rep. Petr. as an Iluminator 14. — Höfer, Petr.-Ind. Nordamerik. 127.
[2]) Sitzb. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl. 1885, 294. [3]) Betrifft eine Fraction bis zu 160°.

Auch Dr. H. Gintl[1]) verdanken wir umfassende Zusammenstellungen, welche wir in geänderter Form nachstehend mittheilen.

Erdöl von	Dichte des Rohöles bei 0° C.	Fractionen in Proc. erhalten bis zu ° C.							Rest Proc.
		100	120	140	160	180	200	250	
West-Virginien . .	0,841	1,3	3,0	6,7	6,7	7,6	3,5	—	71,5
Pennsylvanien . . .	0,816	4,3	6,4	5,3	7,7	5,0	2,8	—	69,0
Kaukasus (Baku?) .	0,887	3,3	5,4	7,0	3,6	4,7	3,7	7,0	65,3
Galizien: Ost . . .	0,870	2,1	2,5	4,1	5,0	0,6	7,4	10,6	67,7
" West . .	0,885	1,0	3,0	5,8	4,5	9,0	3,7	9,7	63,3
Plojesti (Rumänien)	0,862	—	5,4	6,4	6,0	6,0	5,4	12,4	58,4
Parma (Italien) . .	0,809	1,8	14,4	23,7	15,0	10,7	9,8	13,2	11,4
Java	0,827	0,8	2,2	6,3	7,0	5,7	7,8	—	72,2

In neuerer Zeit untersuchte auch Engler[2]), welcher sich um die Chemie des Erdöles und seiner Fractionen viele Verdienste erwarb, verschiedene Erdölarten; wir wollen einige dieser Analysen beifügen.

Rohöl von	Dichte bei 17°	Menge in	Destillat bis zu ° C.										
			130	150	170	190	210	230	250	270	290	300	über 300
oboda (Galizien) .	0,8235	cc	16	10,5	10,25	6,5	6,5	7	6,75	6	3,5	0,5	26,5
		g	11,3	7,6	7,6	5,2	5,3	5,6	5,5	5,6	2,8	0,45	
bieybat (Baku) . .	0,8590	cc	16	7	6,5	6,5	5	5	5	5,5	3,5	1	39
		g	11	5,7	4,9	5,1	4,1	4,2	4,2	4,7	3,1	0,9	
lakhani (Baku) . .	0,8710	cc	3,75	4,75	5,5	4,75	5,25	5,0	7	4,75	5,5	1,75	52
		g	2,7	3,4	4,3	4	4,3	4,1	5,6	4,1	4,6	1,6	
chelbronn (Elsaß) . .	0,9075	cc	—	3	4,4	5,4	4,5	6,6	7,3	7	10,3	4,5	47
		g	—	2,2	3,3	4,1	3,5	5,3	5,9	5,8	9,7	4,0	
lheim (Hannover)	0,8990	cc	—	—	—	4,75	5,25	6	4	5	5	2	68
		g	—	—	—	3,2	2,6	4,8	3,4	4,3	4,3	1,8	

[1]) Kick-Gintl, Techn. Wörterb. 6, 618. [2]) Dingl. pol. Journ. 261, 32, S. A. 66.

A. Nawratil[1]) hat sich viele Verdienste um die Kenntnis der Rohöle West-Galiziens erworben, da er die Fractionen, bei 40° C. beginnend, von 18 verschiedenen Proben, die meisten Fundstätten dieses Gebietes umfassend, feststellte. Aus dieser werthvollen Untersuchungsreihe wollen wir nur die beiden der Dichte nach extremsten Rohöle und die gefundenen Grenzwerthe wiedergeben.

Rohöl von	Dichte bei 15° C.		Fractionen bis zu ° C.									
			100	150	200	250	300	350	400	über 400	Petr. Gummi	Coke
Klenczany .	0,779	Proc.	12,3	31,2	14,6	9,6	9,6	5,2	9,6	8,0	0,05	0,05
		Dichte	—	0,742	0,775	0,783	0	0,837	0,852	0,895	—	—
Harklowa .	0,902	Proc.	0,7	5,0	9,9	7,8	12,4	10,0	18,7	26,9	1,1	5,5
		Dichte	—	0,756	0,791	0,833	0,869	0,900	0,908	0,925	—	—
Grenzwerthe Min.	0,779	Proc.	0	3,4	8,0	7,8	9,6	5,2	9,6	4,6	0,05	0,05
		Dichte	—	0,735	0,773	0,783	0	0,837	0,852	0,882	—	—
Grenzwerthe Max.	0,902	Proc.	12,3	31,2	18,4	16,9	18,8	13,7	28,7	30,7	1,1	5,5
		Dichte	—	0,769	0,806	0,833	0,869	0,900	0,908	0,925	—	—

Die Differenzen in den Dichten der Fractionen gleicher Temperatur der beiden extremsten Erdölsorten Galiziens schwanken somit ebenso stark, wie die der Erdöle von Baku gegenüber jenen von Pennsylvanien. Der Vergleich der beiden letzteren sowohl, als auch jener der Rohöle von Klenczany und Harklowa führen zu dem nur im großen Ganzen gültigen Satz:

Je dichter das Rohöl, desto dichter sind dessen Fractionen.

Der Brennwerth des Erdöls.

Dr. H. Gintl[2]) stellt für verschiedene Districte die Brennwerthe (und zwar die absoluten Wärmeeffecte) ihrer Erdöle zusammen. Dieselben werden, da bekanntlich die quantitative Zusammensetzung der Oele selbst eines Gebietes eine schwankende ist, ein nur allgemeines Bild geben, das jedoch für die Technik dennoch von Werth ist, da die verschiedenen Werthe ziemlich gut übereinstimmen. Zum besseren Vergleiche setzen wir noch die calorimetrisch bestimmte Verbrennungswärme von Methan und Aethylen bei.

Erdöl von	Wärmeeinheiten
West-Virginien . . .	10,180
Pennsylvanien	9,963
Java	10,831
Baku	11,460

[1]) Dingl. pol. Journ. 246, 328. [2]) Kick-Gintl, Techn. Wörterb., 6, 621.

Erdöl von	Wärmeeinheiten
Ost-Galizien	10,085
West-Galizien . . .	10,231
Rumänien	10,005
Methan (CH_4) . .	13,065
Aethylen (C_2H_4) . .	11,850

Der Brennwerth der Rohöle ist somit fast dreimal so groß als der der Holztrockensubstanz, etwa viermal so groß als der des lufttrockenen Fichtenholzes, oder schier 1,5mal so groß als jener der Mährisch-Ostrauer vorzüglichen Steinkohle (bei 8,28 Proc. Asche); da jedoch die massive Steinkohle etwa 1,5mal dichter als das Rohöl ist, so werden beide Brennstoffe dasselbe Volumen einnehmen; in Folge der Zerkleinerung in Stückkohle beansprucht jedoch diese wesentlich mehr Raum als das Erdöl, was bei Dampfschiffen rc. von Wesenheit sein kann.

Die Dampfer des Kaspi-Sees und der Wolga, sowie die Destillerien von Baku, ferner die Bahn von hier nach Batum rc. benutzen schon seit geraumer Zeit die bei der Destillation des Rohöles verbleibenden, sehr billigen Rückstände (Theer) zur Heizung; ihr Brennwerth wird als doppelt so groß wie jener einer guten Steinkohle angegeben und beträgt nach Engler bei guter Construction des Brenners gewöhnlich 12 kg, sogar bis 15 kg Wasser-Verdampfungsvermögen.

Die das Erdöl begleitenden Gase.

Gase, welche angezündet brennen, kommen stets mit dem Erdöle vor, weshalb in unmittelbarer Nähe ihrer Gewinnungsstätten besondere Vorsichten wegen Explosions- und Feuersgefahr geboten sind. In den Oelgebieten und deren Nachbarschaft im Osten Nordamerikas und Bakus entströmen sie jedoch in solcher Menge, manchmal auch ohne Erdöl, dem Boden, daß sie technisch ausgenutzt werden können und somit der besonderen Beachtung würdig sind. Andererseits ist ihre Eruption im sandigen und lehmigen Boden mit vulcanähnlichen Auswürfen und Anhäufungen verbunden, Salsen oder Schlammvulcane genannt, so daß sie schon deshalb auch ein wissenschaftliches Interesse beanspruchen.

Die durch die Petroleumbrunnen Pennsylvaniens erbohrten natürlichen Erdgase wurden von Fouqué, Ronalds, Lefèbre, Sadtler[1]), Ford, Hay, Fulton rc., jene von Newyork von Wurtz, jene der Halbinsel Apscheron (Baku), welche nach Abich[2]) eine Temperatur von 20,25° C. besitzen, von Schmidt[2]), jene von den Halbinseln Kertsch und Taman (Asowsches Meer) von Bunsen[3]) untersucht; sie alle fanden, daß in ihnen das Methan oder dessen nächststehende Homologen ganz entschieden vorwiegen. Die nachfolgende Tabelle, welche sich noch vermehren ließe, giebt weitere Details.

---

[1]) Höfer, Petr.-Ind. Nordamerik. 68. [2]) Ztschr. deutsch. geol. Ges. 3, 45. [3]) Jahresbericht rc. 1855, 1003; 1850, 849 (durch Bischof's Lehrbuch chem. phys. Geol., 2. Aufl., 1, 730).

Naphthalin ($C_{10}H_8$) wurde von Warren de la Rue und H. Müller[1]) bereits vor geraumer Zeit im Bergtheere von Rangun (Ostindien) nachgewiesen.

Bei der Destillation des Theeres, erhalten aus pennsylvanischem Erdöle, in rothglühenden Eisenretorten geht schließlich ein gelblichbrauner, zähflüssiger Körper über, welcher beim Austritte aus dem Retortenrohre erstarrt, und der anfänglich als Schmiermittel verwendet wurde; aus demselben hat H. Morton[2]) sehr kleine, nadelförmige, grünlichgelbe Kryställchen ausgeschieden, die er Thallen (Viridin) nannte, das mit Anthracen isomer sein dürfte; nach Truax ist jedoch dasselbe nicht ursprünglich im Erdöle vorhanden, sondern wird erst durch destructive Destillation gebildet. Nach Hamilton[3]) wird derselbe Körper Petrocen genannt und entspricht der Formel $C_{32}H_{22}$. Nach H. W. Twebdle jedoch ist das Petrocen (G = 1,206) gleichsam das Rohmaterial, aus welchem das Thallen abgeschieden wurde. Nach Gräbe und Walter[4]) ist das Petrocen identisch mit dem von Burg untersuchten Picen ($C_{23}H_{14}$) des Braunkohlentheers. L. Prunier und R. David[5]) untersuchten ebenfalls das von Morton zuerst beobachtete Destillat und isolirten daraus, abgesehen von Paraffinen mit ungewöhnlich hohem Schmelzpunkte (bis 85° C.), noch eine beträchtliche Anzahl anderer kohlenstoffreicher Verbindungen, deren Kohlenstoffgehalt zwischen 88 und 96 Proc. schwankt, so: Anthracen, Phenanthren, Chrysen, Chrysocen und Pyren. Alle diese Stoffe scheinen jedoch erst durch destructive Destillation entstanden zu sein.

Divers und Nakamura isolirten einen festen Körper, dessen Schmelzpunkt zwischen 280 und 285° liegt und welcher der Zusammensetzung $(C_4H_3)_n$ entspricht. Le Bel und A. Muntz[6]) untersuchten die schwarzfärbende Substanz im Bergtheere von Pechelbronn (Elsaß), welche sie Asphaltin nannten, dessen Farbkraft mit jener des Anilins wetteifert, und welches aus einer Lösung in Kohlenstoffdisulfid als schwarze spröde Schuppen abgeschieden wurde; es ist nicht flüchtig.

Die Löslichkeitsverhältnisse des Erdöles.

Dieselben sind am eingehendsten durch Markownikoff und Ogloblin in dem Erdöle des Gebietes von Baku untersucht worden. Das Erdöl löst sich etwas in Wasser und nimmt letzteres auch auf und zwar in um so größerer Menge, je niedriger die Siedetemperatur der Destillate ist. In Alkohol löst sich der größte Theil des Oeles unter Hinterlassung harziger Theile; in Aether erfolgt eine vollständige Lösung. Salze und Metalloxyde werden gleichfalls davon auf-

[1]) Mem. Amer. Acad. 9. [2]) Amer. Chem. 3, 106, 162; 7, 88. [3]) Journ. Chem. Soc. London 32, 867; Zeitschr. f. Paraffine 1878, 59. [4]) Ber. deutsch. chem. Ges. 14, 175. [5]) Bull. Soc. Chim. Paris 31, 158, 293; Ber. deutsch. chem. Ges. 12, 366, 843. [6]) Bull. Soc. Chim. Paris 17, 156.

genommen, doch wird das Oel nach längerem Kochen mit Natrium nicht mehr durch Eisen- und Kupferoxyd gefärbt. Erdöl vermag auch Jod und Schwefel zu lösen[1]). — Das Lösungsvermögen des Erdöles gegenüber Metallen wurde bereits früher (S. 43) erwähnt und erklärt; derselbe Grund kann auch für sein Verhalten gegen Metalloxyde geltend gemacht werden.

Die Veränderung des Erdöles an der Luft.

Die Veränderungen, welche das Erdöl an der Luft erfährt und welche durch eine höhere Temperatur beschleunigt werden, können theils in Verdunstung, theils in der Sauerstoffaufnahme bestehen.

Ueber Verdunstung wurde bereits früher (S. 33) alles Wesentliche mitgetheilt. Durch diesen Vorgang wird das Oel in Folge Entweichens der leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffe stetig dichter und wird in Erdtheer übergehen. Dieser findet sich entweder als Ansammlung auf der Erdoberfläche oder in Sand und lockeren Sandsteinen, bei welchen der Luftzutritt erleichtert ist.

Enthält das Erdöl Paraffine, so werden diese schließlich als eine feste Substanz zurückbleiben. Auf diese Weise ist das Erdwachs (Ozokerit) entstanden. Es kann sich nur dort in bedeutenderer Menge anhäufen, wo die erwähnten beiden Bedingungen — Verdunstung ohne Oxydation und höherer Paraffingehalt des Erdöles — vorhanden waren. Das Erdwachs wird um so fester sein, je mehr die flüssigen Antheile Gelegenheit zum Entweichen hatten, der Kendebal von Boryslaw ist das Uebergangsstadium zwischen Erdöl und Erdwachs; läßt man ihn einige Zeit an der Luft liegen, so geht er bei Gewichtsverlust in letzteres über.

Bei der Sauerstoffaufnahme können zwei verschiedene Vorgänge eintreten und zwar:

a. Die Sauerstoffaufnahme erfolgt unter Wasserabspaltung, was durch Druck und Wärme befördert wird. Ein Theil des Wasserstoffs des Erdöles verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser, welches entweicht, während die Kohlenwasserstoffe reicher an Kohlenstoff werden, die Methane in Aethylene oder überhaupt in Verbindungen vom Typus $C_n H_{2n}$ und auch in aromatische Körper ꝛc. übergehen können. Derartige Processe scheinen sich vielfach in den schwereren Oelen und im Asphalt (s. Petrolen ꝛc. S. 46) abgespielt zu haben.

b. Der Sauerstoff bildet mit den Kohlenwasserstoffen neue Verbindungen; wir sahen, daß dieselben theils als Phenole, theils als Erdölsäuren vorhanden sein können (S. 41). Wir heißen diesen Proceß die Verharzung des Erdöles.

[1]) Dingl. pol. Journ. 192, 509.

Diese Oxydationsprocesse allein, insbesondere jedoch in Verbindung mit der Verdunstung, werden die Dichte des Erdöles erhöhen und zur Bildung und Ausscheidung fester Körper beitragen. Der Asphalt, ein aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff bestehender, zäher oder fester und dann spröder Körper, ist das Endproduct aller dieser Vorgänge, welche zu seiner Bildung local in verschiedenem Grade mitgewirkt haben werden, weshalb er auch verschiedene Zusammensetzung zeigen muß und auch thatsächlich zeigt. So schwankt sein Sauerstoffgehalt zwischen 23 und kaum 1 Procent.

Chemisch-technische Untersuchung des Erdöls.

Die technische Untersuchung der Erdöle begnügt sich, die Menge der einzelnen, bei verschiedenen Temperaturen übergegangenen Destillate zu bestimmen, ohne auf deren chemische Natur weiter einzugehen. In der Praxis pflegt man unter den Destillaten drei verschiedene Gruppen zu unterscheiden und zwar:

I. Leichtflüchtige Oele [1]), destilliren über bis 150° C.;
II. Leuchtöle „ „ bei 150 bis 300° C.;
III. Rückstände.

Das Mengenverhältniß dieser drei für die Praxis sehr verschiedenwerthigen Fractionen ist sehr wechselnd; nach Engler [2]) beträgt es, wie es scheint beim Großbetriebe, in Procenten wie folgt:

	Pennsylvanien	Galizien	Rumänien	Elsaß	Baku
	Procente				
Leichtflüchtige Oele	10—20	3—6	4	—	5—10,6
Leuchtöl	60—75	55—65	60—70	35—40	32—53,5
Rückstände	5—10	30—40	25—35	55—60	36—60

Eine umfassendere Tabelle verdanken wir den Untersuchungen Dr. H. Gintl's [3]).

[1]) Die amerikanischen leichten Oele umfassen vorwiegend die Glieder C_5H_{12} bis C_8H_{18}, die Leuchtöle C_7H_{16} bis $C_{16}H_{34}$ der Methanreihe.
[2]) Dingl. pol. Journ. 260 und 261. (Sond.-Abdr. S. 24.)
[3]) Kick-Gintl, Techn. Wörterb. 5, 618.

V. Vorkommen.

Primäre und secundäre Lagerstätten.

Die natürliche, größere Anhäufung des Erdöls in der Erdkruste oder an deren Oberfläche wird seine Lagerstätte genannt, welche entweder eine primäre oder ursprüngliche oder eine secundäre oder veränderte sein kann.

Das Erdöl ist, wie dies später bewiesen wird, organischen Ursprungs; es kann sich somit nur dort gebildet haben, wo Organismen vorhanden waren, weshalb es in den Massen- oder Eruptivgesteinen ebenso wenig entstanden sein kann, als in den ältesten versteinerungsleeren (archäischen) Schichtgesteinen. Der Bildungsherd des Erdöls kann also nur in denjenigen Schichtgesteinen, welche jünger als die archäischen sind, gelegen sein. Hiermit stimmen auch alle bisher bekannt gewordenen, verbürgten Thatsachen überein.

Die primären oder ursprünglichen Lagerstätten des Erdöls können demgemäß den Schichten der Silurzeit bis zu jenen der Gegenwart angehören. Merkwürdiger Weise scheinen sie in den, mächtigere Kohlenflötze führenden Schichtengruppen zu fehlen oder doch keine technische Bedeutung zu besitzen.

In der primären Lagerstätte mußten sich Organismen anhäufen und Verhältnisse obwalten, welche den Umwandlungsproceß förderten und eine Ansammlung des Umwandlungsproductes, des Erdöls, gestatteten; sie kann somit nur eine Sediment- oder Schichten-Lagerstätte sein. Nebst den Organismen werden sich auch unorganische Massen, Schotter, Sand, Schlamm oder die Hartheile der Thiere abgeschieden haben, so daß das später entstandene Erdöl diesen Schichtencomplex, der mit der Zeit verhärtet und zum Theil auch umgewandelt werden konnte, durchdrängt. Die primäre Lagerstätte ist somit ein Imprägnations-Flötz oder -Lager, je nachdem es die Plattenform auf weithin beibehält oder diese in die Linsengestalt übergeht. Beide Typen, welche nur geometrisch von einander verschieden sind, findet man in der Natur.

Sand, Schotter, grobkörniger Sandstein, Conglomerat, insbesondere wenn diese beiden Gesteine arm an Bindemittel sind, poröser Kalkstein, überhaupt Gesteine mit vielen und großen Poren oder vielen Klüftchen werden das Erdöl in reicherer Menge aufnehmen und beim Erschließen rascher abgeben, als compacte Felsarten. In der That finden sich die reichen, primären Lagerstätten nur in den früher genannten Gesteinen.

Schon H. Römer[1]) wies nach, daß der Oelsandstein von Oedesse (Hannover) bis 17 Proc. Kalk enthält. Auch Br. Walter[2]) hebt hervor, daß die ölreichen Ropiankasandsteine kalkreich sind und vermuthet, daß durch die Auslaugung des Calciumcarbonates die Porenmenge steigt. Thatsächlich sind die erwähnten Schichten reich an Calcitadern. Diese Andeutungen verdienen eine weitere Beachtung, da sie möglicher Weise für die Praxis von Vortheil sein können.

J. F. Carll's Untersuchungen beweisen, daß der Oelsand von Pennsylvanien $^1/_{10}$ seines Rauminhaltes Rohöl enthält; er vermuthet, daß dieses Fassungsvermögen unter Druck bis auf $^1/_8$ steigen kann.

Das Vorkommen in den karpatischen Fisch- oder Menilitschiefern ist zu den ursprünglichen Lagerstätten zu rechnen, ebenso ein großer Theil der norddeutschen Funde in den Jura- und Wealdenschichten (nach H. Credner).

Das Erdöl steht in diesen ursprünglichen Lagerstätten sehr häufig, insbesondere in Folge der sich beim Umwandlungsprocesse bildenden und eingeschlossenen Gase, unter höherem Drucke, der im Stande sein kann, beim Erbohren der Lagerstätte das ganze, schwere Werkzeug aus dem tiefen Bohrloche herauszuschleudern. In Folge dieses inneren Druckes hat das Erdöl das Bestreben, nach allen Seiten hin zu entweichen. Ist die Umgebung der ursprünglichen Lagerstätte, das Hangende oder Liegende, ein poröses Gestein, so wird das Erdöl auch in dieses eindringen und die Mächtigkeit der Lagerstätte erweitern. Durch diesen Vorgang jedoch kann es geschehen, daß es sich auf so große Gesteinsmassen vertheilt, daß der Zufluß an Erdöl in einem Schachte oder Bohrloche zu gering wird und sich die Gewinnung nicht mehr lohnt.

Die Gase, welche das Gestein leichter und somit auch auf weiterhin durchdringen können, gelten deshalb auch fast in allen Oelfeldern als gute Vorzeichen für die baldige Erschließung einer Oellagerstätte.

Durch diese Wanderung des Erdöls wird demselben auch mehr Gelegenheit zum Verdunsten gegeben, so daß in Folge dieser Vorgänge aus einer einst ergiebigen Lagerstätte bloß ein bituminöses Gestein entsteht, welches auch ursprünglich dadurch gebildet worden sein kann, daß sich in ihm verhältnißmäßig nur wenige zur Erdölumbildung fähige Organismen ablagerten oder daß jene

---

[1]) Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 3, 519. [2]) Jahrb. d. k. k. geol. Reichs-Anst. 1880, 125.

die Umwandlung bedingenden Processe nicht begünstigt waren. So ist es zum Theile schon hieraus erklärlich, warum derselbe Schichtencomplex nur local ölführend sein kann.

Wir haben soeben Vorgänge kennen gelernt, welche eine Ausdehnung des ursprünglichen Umfanges der primären Petroleumlagerstätte ermöglichten, in welchem Falle es jedoch häufig nicht möglich sein wird, die ursprünglichen Grenzen der letzteren zu bestimmen. Die erweiterte Lagerstätte wird jedoch immerhin, ebenso wie die ursprüngliche, den Typus einer Sedimentlagerstätte zeigen müssen, da ja die umgebenden porösen Gesteine ebenfalls in Schichten abgelagert sind.

Die Poren fester Gesteine allein gestatten jedoch dem Erdöle keine weiten Wanderungen, um so weniger, je kleiner diese Oeffnungen sind; Versuche, welche man mit Gesteinen durchführte, in die man Wasser mittelst hohen Druckes einpreßte, berechtigen uns zu dieser Auffassung. Beachtet man noch weiter, daß die Gesteinsporen vielfach mit dem specifisch schwereren Wasser — der sogenannten Gebirgsfeuchtigkeit — geschlossen sind, berücksichtigt man den bedeutenden Druckverlust des eindringenden Erdöls in Folge der zu überwindenden Capillarität und Reibung, so müßte man enorm hohe Pressungen voraussetzen, wenn das Erdöl innerhalb der Gesteinsporen weite Wanderungen zurücklegen sollte.

Günstiger gestalten sich die Verhältnisse in lockeren Massen, in Sand, Schotter, Schutt und dergleichen, deren Zwischenräume bedeutend größer wie bei den compacteren, festeren Gesteinen und deshalb auch leicht passirbar sind.

Das Entweichen des unter innerem Drucke stehenden Erdöls aus seiner primären Lagerstätte ist leicht möglich längs Klüften, welche hiermit communiciren, und zwar um so mehr, je weiter diese Spalten und je größer ihre Zahl ist. Das Oel tritt in diese Klüfte ein, erfüllt dieselben und steigt, dem Drucke entsprechend, in die Höhe, ja manchmal bis zu Tage, daselbst eine Erdölquelle bildend. Dieses Vorkommen in Klüften, wie z. B. mancherorts in Ohio und Westvirginien, ist die secundäre oder veränderte Lagerstätte, sie bildet somit eine Spaltenausfüllung und ist also ein den Gängen und Trümmern entsprechendes Gebilde. Die Gänge verändern häufig ihre Mächtigkeit, ihre Richtung im Streichen und Fallen, sie zertheilen und vereinigen sich, — kurz, ihre geometrischen Verhältnisse ändern sich viel häufiger wie die der Lager und Flötze (primären Oellagerstätten), welche zu den umgebenden Schichten concordant liegen; aus letzterem Grunde können etwaige Windungen, Faltungen und ähnliche Störungen des Oelflötzes aus den analog verlaufenden der Nachbarschichten beurtheilt werden, was für die Praxis, insbesondere beim Bohren, von ganz besonderer Wichtigkeit ist. Das Risico beim Schürfen ist bei einem flötz- oder lagerartigen Vorkommen unvergleichlich geringer, der mögliche Erfolg nach Zeit, Arbeit und Capital viel sicherer berechenbar, als beim

	Procente
Gasolin	1,5
C-Naphtha	10,0
B- „	2,5
A- „	2,5
Leuchtöl	54,0
Schmieröl	17,5
Paraffin	2,0
Coke und Verlust	10,0
	100,0

Hiermit stimmen auch die älteren Angaben C. F. Chandler's[1]) über das pennsylvanische Rohöl überein.

Um Irrungen zu vermeiden, sei hier erwähnt, daß das Ausbringen an Leuchtöl aus pennsylvanischem Rohöle beim Fabriksbetriebe etwa 75 Proc. beträgt.

Krämer[2]) verdanken wir die Untersuchung von Erdölen der meisten Gebiete, wobei die Fractionen über 250° unter vermindertem Luftdruck übergingen. Die Analysen ergaben:

Erdöl von	Dichte des Rohöles	Fractionen erhalten bis zu ° C.								Rückstand und Verlust
		150°		250°		300°		über 300°		
		Proc.	Dichte	Proc.	Dichte	Proc.	Dichte	Proc.	Dichte	Proc.
Tegernsee (Bayern) . .	0,812	20,04	0,726	26,12	0,782	14,02	0,825	35,91	0,856	3,07
Elsaß	0,888	1,30	0,720	16,37	0,778	17,07	0,824	47,88	0,903	16,28
Oelheim (Hannover) . . .	0,885	0,74	0,750	11,05	0,805	9,75	0,852	73,91	0,910	3,92
Pennsylvanien .	0,814	14,34	0,725	25,35	0,811	13,75	0,820	40,99	0,850	5,57
West-Galizien .	0,842	14,21	—	16,93	—	12,30	—	47,58	—	8,95
Wallachei . . .	0,857	14,32	—	22,59	—	13,86	—	39,51	—	9,72
Baku	0,880	0,63	0,762	21,73	0,811	15,55	0,825	57,97	0,903	4,12
Kuban (Asowsches Meer, Rußland) . .	0,930	2,30[3])	—	10,60	—	3,20	—	64,40	—	9,50

In den leichteren Oelen, wie jenen von Tegernsee und Pennsylvanien, wurden namhafte Mengen gelöster, nicht condensirter Gase der Methanreihe nachgewiesen.

---

[1]) Rep. Petr. as an Iluminator 14. — Höfer, Petr.-Ind. Nordamerik. 127.
[2]) Sitzb. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl. 1885, 294. [3]) Betrifft eine Fraction bis zu 160°.

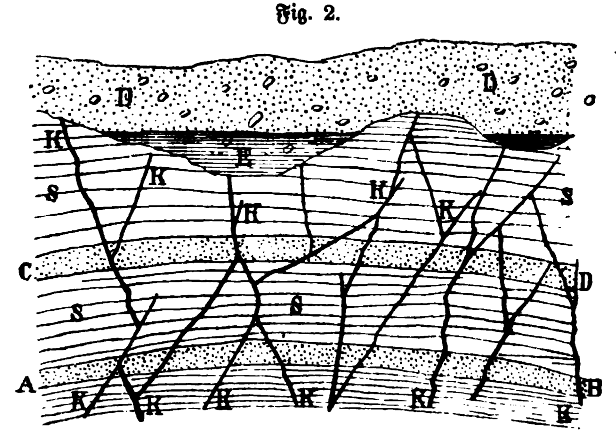
solche unglückliche Zwischenfälle ein, so wird trotz vieler Geldopfer ein Gebiet als unrentabel verlassen, welches ganz bedeutende Oelmengen in sich führen kann.

Die Oelführung in Klüften ist also nicht an bestimmte geologische Niveaus, auch nicht an bestimmte petrographische Eigenthümlichkeiten der Gesteine gebunden.

Aus den vorstehenden Erörterungen geht hervor, welche hohe Bedeutung der richtigen Entscheidung der Frage, ob das Oel in einem zu durchschürfenden Gebiete lager- oder gangartig vorhanden sei, innewohnt.

Längs der Klüfte wird, falls der Druck ausreichend, das Erdöl bis zu Tage steigen und daselbst nachgewiesen werden können; ja es können sich neben

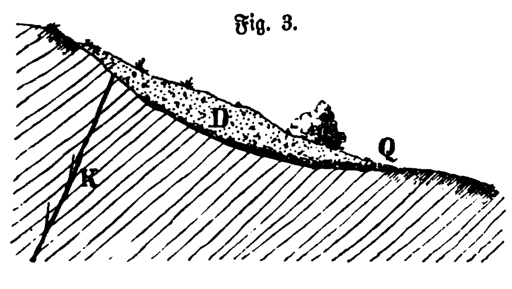
Fig. 2.



K Oelklüfte. *AB* und *CD* secundäre Oellager. *E* Oelsümpfe. *S* Nebengestein. *D* Schotter.

den Oelquellen bei geeigneten Terrainverhältnissen ausgedehntere Ansammlungen am Tage bilden, wie z. B. der Pechsee auf der Insel Trinidad. Ist jedoch der Ausbiß dieser Klüfte *K* (in Fig. 2) von lockeren Gesteinsmassen (Schotter, Sand, Schutt und dergleichen) bedeckt, so wird sich in diesen das Oel ausbreiten und grundwasserähnliche Ansammlungen *EE* bilden, welche in Canada „surface wells“ genannt werden. Erfolgt jedoch der Austritt des Oeles aus der Gesteinskluft *K* in einem mit Schutt *D* überdeckten Gehänge (Fig. 3), so wird das Oel am Boden dieser Ueberdeckung abfließen und erst am Fuße derselben als Quelle *Q* erscheinen,

Fig. 3.



K Oelkluft. *Q* Oelquelle. *D* Schutt.

welche wiederholt auftretende Möglichkeit bei Schurfarbeiten zu berücksichtigen sein wird. Diese der Erdoberfläche naheliegenden Erdölansammlungen bilden somit ebenfalls eine secundäre Lagerstätte, welche jedoch lagerähnlich ist und sich dadurch wesentlich von dem früher besprochenen gangartigen Typus unterscheidet; deshalb werden in diesem Falle die Principien des Schürfens auch ähnlich jenen wie bei den ursprünglichen Lagerstätten sein.

Wenn die Klüfte *K* (Fig. 2) eine Bank oder einen Schichtencomplex *CD* sehr porösen Gesteines durchsetzen, so kann sich das Erdöl hierin ansammeln; diese secundäre Lagerstätte wird somit den lager- oder flötzartigen Typus der Gesteinsbank zeigen und ist von einer ursprünglichen Lagerstätte, mit welcher sie auch die Principien des Schürfens gemein hat, häufig gar nicht zu unterscheiden. So z. B. wird von verschiedenen Seiten angenommen, daß die reichen Oellagerstätten Pennsylvaniens, welche dem Schiefer concordant eingelagerten Sandsteinen und Conglomeraten angehören, nicht primäre, sondern secundäre sind.

Das Erdöl findet sich auch in den kleinen Hohlräumen der Eruptivgesteine; doch ist dieses Vorkommen ein solch gänzlich untergeordnetes — meist nur vereinzelte Kügelchen bildend —, daß es nur ein wissenschaftliches Interesse beanspruchen kann.

So fand man in kleinen Mengen Erdöl im Diorit von Gaspé (Canada), in den Melaphyren und ähnlichen Eruptivgesteinen Central-Schottlands, in den Basalten am Fuße des Aetna und in der Auvergne. Bekannt ist der Bitumengehalt mancher nordischer Granitgeschiebe, welche bei Kiel (Dorfgarden, Pappenberg) aufgefunden wurden. Der Granit führt hier und da wenig Bitumen in Cornwall (Polbice), in der Auvergne (Chamalier, Clermont), der Grünsteintrachyt in der ungarischen Matra (Parad), der Melaphyr in Böhmen (Rybnik, Semil) und in der Rheinpfalz (Oberstein).

Das Massengestein verquerte bei seiner Eruption entweder ein Erdöl führendes, bezw. bituminöses Gestein oder es durchsetzte ein Kohlenflötz, welches in Folge der hohen Temperatur und der hierdurch bedingten destructiven Destillation der Kohle erdölähnliche Producte abgab. Auch diese Vorkommen werden zu den secundären Lagerstätten zu rechnen sein.

Die Lagerstätten des Erdöls können somit sein:

I. Primäre (Imprägnations-Lager, -Flötze).

II. Secundäre
1. In Spalten.
2. Oberflächige.
3. Lagerähnliche.
4. In Eruptivgesteinen.

Jede secundäre Lagerstätte setzt das Vorhandensein einer primären voraus; doch ist es nicht gestattet, von der Ergiebigkeit der einen auf die der anderen zu schließen. War die primäre Lagerstätte z. B. im Schieferthon, welcher fähig ist, große Oelmengen aufzusaugen und zu behalten, gelegen, der später von Klüften

durchsetzt wurde, so konnte das überflüssige Oel in diese eintreten und bei größerer Ausdehnung derselben sich zu ergiebigen secundären Lagerstätten ansammeln, während in der primären beim Durchteufen täglich nur geringe Oelmengen von stark bituminösem Schieferthon abgegeben werden.

Von den Lagerstätten des Erdöls sind vielfach irrige Vorstellungen, und zwar nicht bloß in Laienkreisen, verbreitet; der Ausdruck „unterirdische Oelreservoirs" wird dahin gedeutet, daß in der Erdkruste große Höhlen, mit Rohöl ganz oder theilweise gefüllt, vorhanden seien; ja in der Literatur begegnet man sehr häufig einer fast stets gleichen Skizze[1]) einer solchen linsenförmigen Höhle, welche zu unterst mit Wasser, in der Mitte mit Petroleum und oben mit Gasen erfüllt sein soll. Derartige Höhlen können vorkommen, sind jedoch nirgends nachgewiesen, was sich ja, abgesehen von dem volle Klarheit gebenden Schachtbetriebe, beim Bohren durch ein plötzliches Abfallen der Werkzeuge u. dergl. bemerkbar machen müßte.

Oellinien.

Es ist eine in verschiedenen Gebieten wiederkehrende Thatsache, daß sich die ergiebigen Erdölbrunnen nach einer bestimmten Richtung hin anordnen, daß somit das ergiebige Gebiet bei verhältnißmäßig geringer Breite eine ausgedehnte Längenerstreckung aufweist. So z. B. ist das untere Oelgebiet von Pennsylvanien — südlich von Franklin — bei 2 engl. Meilen Breite 35 Meilen lang. Es wurde bereits früher (S. 26) darauf hingewiesen, daß diese Eigenthümlichkeit für das genannte Gebiet zuerst C. D. Angell (i. J. 1867) auf Basis der eingehendsten Localstudien erkannte und hierauf die Belttheorie aufbaute, die das Risico beim Schürfen rasch von etwa 25 Procenten Fehlbohrungen auf 3 bis 5 herabminderte —, ein für die Praxis gewiß außerordentlicher Erfolg. Man verfiel jedoch in Amerika manchmal in den Fehler, die Richtung der Haupterstreckung auch auf andere Gebiete zu übertragen, für welche jedoch, entsprechend den geänderten Streichen der Schichten, eine andere Richtung maßgebend war. Als die Erkenntniß in dieser Frage fortschritt, wurde man auf den Bradford-District als ölführenden hingewiesen, welcher in den letzten Jahren die größte Erzeugung aufwies und Pennsylvanien die Führerrolle auf dem Oelmarkte beließ.

Legt man in der Mitte eines solchen nach vorwiegend einer Richtung gestreckten, ergiebigen Oelgebietes eine Linie, so heißt dieselbe Oellinie; sie weist uns den Weg an, nach welchem die späteren Bohrungen oder Schächte anzuordnen sind, falls sie die größte Wahrscheinlichkeit eines Erfolges haben sollen.

[1]) Da auch ein vor Kurzem (1885) erschienenes Werk Fernand Hue's: „Le Pétrole" seinen Lesern diese irrige Vorstellung bietet, so fühlte ich mich veranlaßt, auf dieselbe kurz einzugehen. Es ist nun hohe Zeit, daß dieser „erbliche Holzschnitt" endlich für immer aus der Literatur verschwindet.

In Amerika wurden die Oellinien zuerst auf Basis der bloßen Erfahrung gezogen; auch in vielen anderen Gebieten wird es sich empfehlen, nachzusehen, ob die ergiebigsten Brunnen nicht einer Linie entsprechen, in welchem Falle die nächsten Bohrungen in der Fortsetzung dieser Linie anzuordnen sind. In einem Gebiete jedoch, in welchem bisher keine genügenden Aufschlüsse vorliegen, wird die Oellinie — falls eine solche überhaupt vorausgesetzt werden darf — auf irgend einer theoretischen oder hypothetischen Basis eingezeichnet werden müssen; je begründeter letztere ist, um so wahrscheinlicher ist der Erfolg.

Zwei oder einige weit entlegene Oelfundpunkte mit einer Geraden zu verbinden und dieselbe als Oellinie erklären zu wollen, wie das leider wiederholt geschah, ist, wenn nicht noch andere Gründe hierfür sprechen, nicht bloß zwecklos, sondern kann auch vom richtigen Wege ablenken und ein Gebiet mißcreditiren.

Die Erstreckung nach bestimmten Richtungen, welche in mehreren Erdölgebieten sicher nachgewiesen werden, kann im Zusammenhange stehen mit: 1) der Erstreckung der ölführenden Schicht, 2) einer Anticlinale, 3) einer Verschiebung.

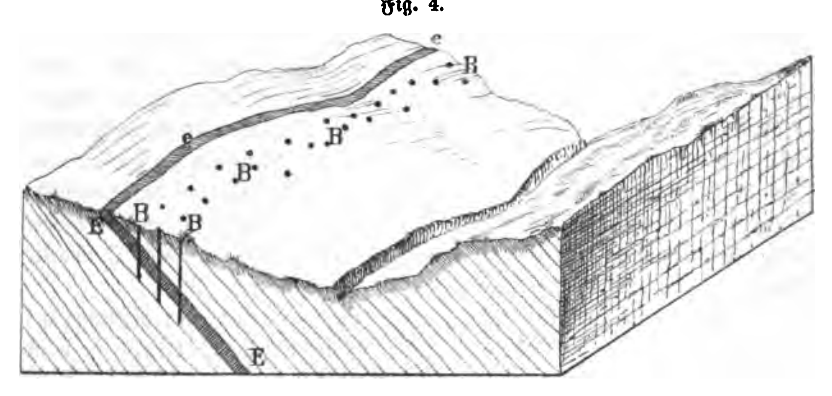
Es sollen diese Fälle näher besprochen werden.

1. Oellinie, der Erstreckung der ölführenden Schicht entsprechend.

a) Die einer Schicht angehörende Lagerstätte erstreckt sich plattenförmig im Streichen und Verflächen.

Wenn in Fig. 4 *E* ein ölführender Schichtencomplex, der in *e* über tags ausbeißt, ziemlich steil steht, so werden die Bohrungen rasch große Tiefen an-

Fig. 4.



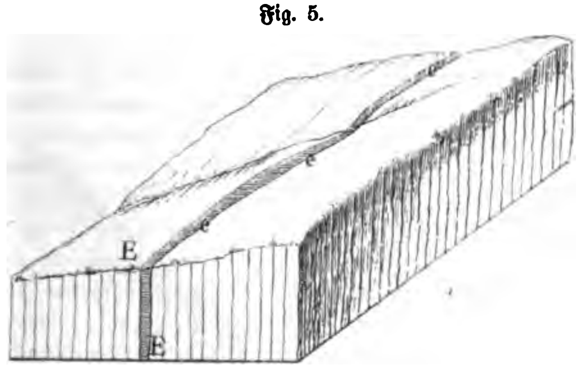
E Oellager, *e* dessen Ausbiß. *B* Bohrlöcher.

nehmen, je mehr man sich von *ee* entfernt. Die Arbeiten werden sich deshalb vorwiegend im Streichen des Oellagers *Ee* verbreiten, wie dies in der Skizze durch Punkte, welche die Bohrungen andeuten, markirt ist; zeichnet man dies in

eine Karte, so erhält man, dem Schichtenstreichen entsprechend, ein in die Länge gezogenes Oelfeld, ohne daß in diesem Falle eine factische Oellinie vorhanden wäre; denn diese Anordnung der Baue hat mit der Oelvertheilung gar nichts zu schaffen, sondern ist nur von den geringeren Schwierigkeiten und Kosten an Zeit und Geld bedingt.

Diese lineare Anordnung der Baue wird um so mehr hervortreten, je steiler die Schichten und die ihnen concordant eingelagerte Lagerstätte stehen. Nehmen diese eine verticale Lage an (Fig. 5), so wird das Oel in einem nur ganz schmalen, der Lagerstättenmächtigkeit entsprechenden Zuge in der Richtung des Schichtstreichens gefunden werden können; ist letzteres eine Gerade, so wird

Fig. 5.



E Oellager, *e* dessen Ausbiß.

die Oellinie, in die Karte eingezeichnet, ebenfalls eine Gerade sein, wenn auch die Erdoberfläche noch so wellig ist. Etwaige Biegungen im Streichen der Lagerstätte, welche die Bohrungen oder Schächte berücksichtigen müssen, falls sie nicht resultatlos sein wollen, wird man aus den conformen Biegungen der sie begleitenden Schichten erkennen, so daß in diesem Falle ein eingehendes Studium der Schichtenlage für den Betrieb von großem Vortheil sein wird.

Die Verhältnisse werden, was die Oellinie und den Betrieb anbelangt, dieselben bleiben, wie sie soeben erläutert wurden, falls bei verticaler Stellung der Lagerstätte sich die Schichten nach rechts und links allmälig geneigt und flacher stellen, somit einen verkehrten Fächer bilden. Auch hier ist eine ausgesprochene Oellinie vorhanden.

b) Die einer Schicht entsprechende Lagerstätte besitzt eine lineare Erstreckung.

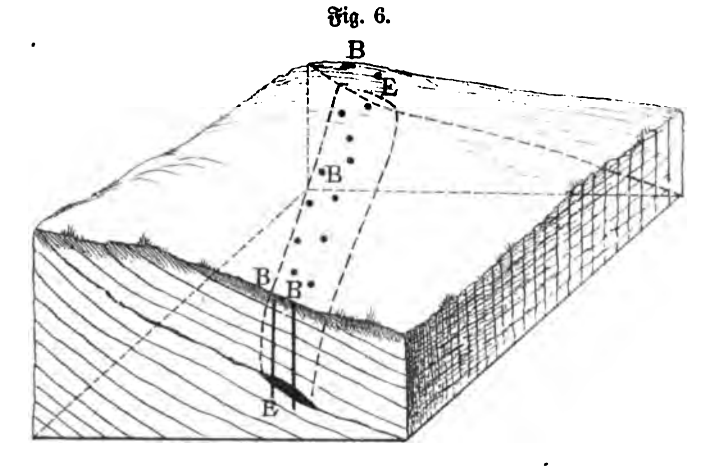
Sandstein- und Conglomerat-Einlagerungen müssen nicht immer eine Plattenform zeigen, sondern können auch bei verhältnißmäßig geringer Breite und Dicke nach einer Richtung sich ungewöhnlich lang ausdehnen; so z. B. sind Sand- und Schotterlager, durch deren Verkittung die genannten Gesteine entstehen, an den Flüssen, wenn auch mit geringen Unterbrechungen, oft viele Meilen

weit zu verfolgen. In Amerika sind manche Geologen geneigt, auf diese Weise die pennsylvanischen Oellinien zu erklären.

Ist *E* (Fig. 6) eine solche lineare Lagerstätte, so werden ihr entsprechend auch über tags die Baue nach derselben Richtung hin angelegt werden müssen, wenn sie nicht resultatlos sein sollen; sie müssen die Oellinien, welche in diesem Falle nicht immer mit dem Schichtstreichen zusammenfallen, einhalten.

Derartige Schotter- oder Sandanhäufungen können sich auch längs einer Küste gebildet haben. In ihnen, ebenso wie in analogen Bildungen an fließenden Gewässern, kann das Oel auch in secundärer Lagerstätte auftreten, da sie,

Fig. 6.



E Oellager (wulstartig). *B* Bohrlöcher.

ebenso wie die daraus entstandenen Conglomerate und grobkörnigen Sandsteine weite, vom Oele leichter durchdringbare Oeffnungen zwischen den einzelnen Fragmenten besitzen; ja die lagerartigen Secundär-Lagerstätten können sich nur in solchen oder in lassenreichen (viele Absonderungsklüfte enthaltenden) Gesteinen bilden, wie dies bereits früher angedeutet wurde. Es ist deshalb für manche Gebiete das geflügelte Wort: „Ohne Sand (worunter auch der Sandstein und Conglomerat einbegriffen werden) kein Oel“, berechtigt, um so mehr, da diese Gesteine auch das Oel beim Erschließen leichter und rascher aussickern oder ausströmen lassen, als z. B. Schieferthone. Und auch in letzteren kann man wiederholt beobachten, daß das in ihnen auf primärer Lagerstätte befindliche Erdöl nur in den eingelagerten Sandsteinbänken in reichlicherem, gewinnbringenden Maße austritt.

2. Oellinien, den Anticlinalen und Flexuren entsprechend.

Es wurde schon früher (S. 24) erwähnt, daß E. D. Angell in seiner i. J. 1867 aufgestellten Belttheorie auf das Vorhandensein der Oellinien in Pennsylvanien hinwies. Es galt nun, dieselben zu erklären; Einige, und darunter insbesondere Mitglieder der Geological Survey of Pennsylvania, wie z. B. Lesley, J. Carll, H. E. Wrighley, nehmen an, die Oellinien entsprächen alten Küstenlinien oder Flußläufen, nach welchen zur Devonzeit die Oelsande abgelagert wurden (Fig. 6). 1876 wies ich[1]) darauf hin, daß in Canada, Ohio, Westvirginien, zweifelsohne die Hauptmenge von Erdöl an den Anticlinalen angehäuft ist, und daß, da die Hauptstreichungsrichtung sowohl der oberen als der unteren Oelregion Pennsylvaniens fast mathematisch genau parallel mit den gegen Osten vorliegenden Anticlinalen der Chestunt- und der Laurel-Ridges verläuft, auch diese Vorkommen sanften Anticlinalen angehören dürften.

Später gaben auch die Mitglieder der Geological Survey of Pennsylvania, J. Carll und Ch. Ashburner, für viele Fälle den günstigen Einfluß der Anticlinalen zu, doch räumten sie demselben gegenüber der hervorragenderen Bedeutung des petrographischen Charakters der Oelschichten nur eine secundäre Bedeutung ein.

Die Anticlinaltheorie wurde anfänglich insbesondere von Seiten der Praktiker aufgegriffen und vertreten; später fand sie in Prof. J. C. White, Dr. H. M. Chance u. A. lebhafte Vertheidiger. Sie wurde insbesondere von White auch mit vielem Glücke auf das Vorkommen des Erdgases übertragen; der Genannte[2]) kommt auf Basis seiner Untersuchungen über die Lage der hervorragendsten Gasbrunnen sowohl in Pennsylvanien als auch in Westvirginien zu dem ganz bestimmten Schlusse, daß jeder derselben entweder unmittelbar oder sehr nahe einer Anticlinalaxe gelegen sei und die Gaszonen nur ca. 400 m breit sind, daß alle Bohrungen in den Faltenschenkeln und in den Synclinalen nur wenig oder gar kein Gas, hingegen in vielen Fällen große Mengen salzigen Wassers ergaben.

Dem gegenüber betont Ch. Ashburner[3]), daß auch den Synclinalen entsprechend einige ergiebige Gasbrunnen liegen.

In neuester Zeit tritt in diesem Kampfe — gleichsam als Unparteiischer — der Director der Geological Survey of Ohio, E. Orton[4]) ein, welcher nicht bloß der beste Kenner des Vorkommens von Erdöl und Erdgas in Ohio ist, sondern der auch die pennsylvanischen Districte wiederholt studirte. Er sieht

[1]) H. Höfer, Die Petroleumindustrie Nordamerikas a. m. O., auch S. 81 und 82. [2]) Iron Age, 9. Juli 1885. [3]) The Geology of natural Gas (Transact. Amer. Inst. Mining Eng. 14, 428). [4]) Preliminary Report upon Petroleum and inflamable Gas, p. 14 etc.

in dem gestörten Baue der Gebirgsschichten einen oberherrlichen (paramount), einen prädominirenden Einfluß auf die Bildung der Oel- und Gaslagerstätten und betont ausdrücklich, daß er sich dadurch in Gegensatz zu Carll und Ashburner stellt. In dem Supplement zu dem citirten Report constatirt er an der Hand einer Reihe von Beispielen, daß die größten Oel- und Gasmengen in Ohio in inniger Beziehung mit den Flexuren (monoclinalen Falten), mit kuppenförmigen Sätteln und Anticlinalen stehen. Er findet insbesondere in allen Gas- und Oelbrunnen des nordwestlichen Ohio, welches in neuester Zeit ausgiebiger durchschürft wurde, zutreffende Beweise. Entsprechend diesen Störungen ordnen sich über tags die ergiebigen Gas- und Oelbrunnen in sog. Gas- und Oellinien an, wovon die Findlay Monoclinale dermalen die hervorragendste Bedeutung beanspruchen darf. Im Kopfe derselben finden sich die ergiebigen Gasbrunnen, während die Oelbrunnen dem steilen Schenkel der Falte entsprechen. Auf Basis dieser Flexur Findlay-Lima erschloß man bei St. Henry ein sehr ergiebiges Gasvorkommen, nachdem man in diesem Gebiete (Mercer County) vordem an mehreren anderen Stellen erfolglos außerhalb dieser Faltenerstreckung Bohrlöcher abgestoßen hatte. Hier errang somit die sogenannte Anticlinaltheorie einen ganz entschiedenen praktischen Erfolg, da sie dem Schürfer nach manchem mißglückten Versuche das ergiebige Gebiet zeigte.

Orton[1]) weist u. a. auch auf die Gas- und Oelführung des Berea Grit (Subcarbon) hin, welche nicht mit der petrographischen Zusammensetzung der Schichten zusammenhängen kann, da sonst das ganze Verbreitungsgebiet dieser gleichartigen Schichten productiv sein müßte, während es nur dort öl- und gasführend aufgeschlossen wurde, wo gestörte Lagerungsverhältnisse der Schichten nachweisbar sind. Es ist hiermit ein evidenter Beweis für den hervorragenden Einfluß der Schichtenstörungen auf den größeren Oel- und Gasgehalt derselben Schichtenreihe erbracht, weshalb auch Orton diesen Factor, zum Unterschiede von der pennsylvanischen Geological Survey, in erster Linie als für die Oel- und Gasführung günstig anerkennt.

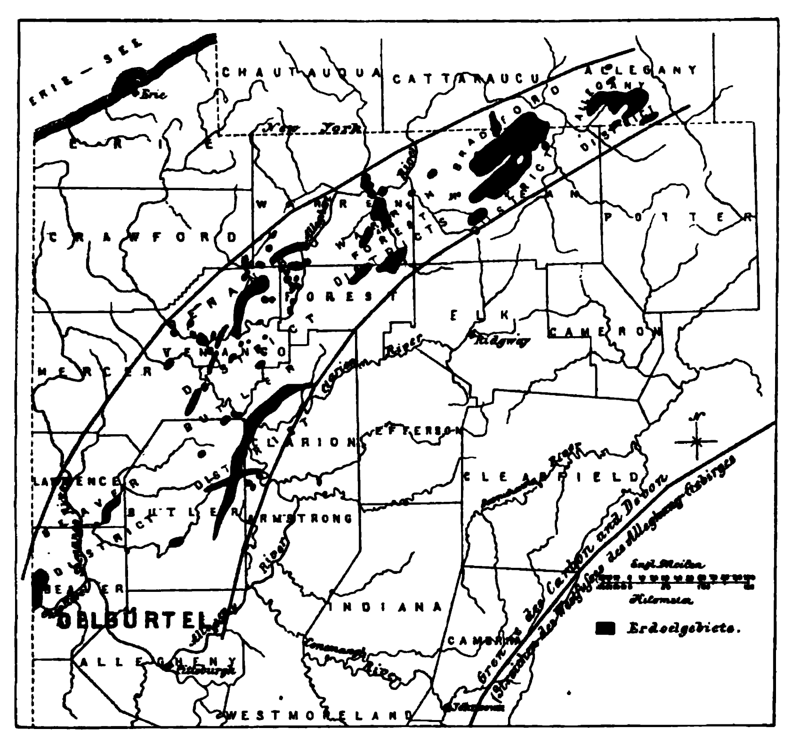
Im Oelvorkommen von Pennsylvanien verdient folgende Thatsache unsere besondere Beachtung. In der unteren Oelregion (Buttler und Clarion Co.) tritt die lineare Streckung am deutlichsten hervor und entspricht in ihrem südwestlichsten Theile der Streichungsrichtung $1^h 7^0$ (N 22^0 O), und biegt sich allmälig gegen NO bis nach 4^h (N 60^0 O) um. Diesem verhältnißmäßig raschen und starken Buge entspricht in ganz gleichem Maße auch die zwischen Ebensburg und Williamsport verlaufende Curve, welche am Westgehänge des Alleghanys das Devon vom Carbon scheidet und parallel mit dem etwas östlich liegenden Siluraufbruche — also einer bedeutenden Anticlinale — verläuft (Fig. 7); und umschließt man alle wichtigeren Erdölvorkommen Pennsylvaniens einschließlich des angrenzenden Alleghany-Districts von New-York durch zwei

[1]) Prelim. Rep. p. 102.

Linien, wodurch eine etwa 25 km breite Oelzone ausgeschieden wird, so verläuft dieselbe ganz conform zu der vorher erwähnten Formationsgrenze zwischen Ebensburg und Williamsport und im großen Ganzen auch mit den Erhebungen des Alleghany.

Diese Thatsachen, will man sich nicht mit ihnen als wiederholten Zufälligkeiten abfinden, beweisen gewiß einen Zusammenhang zwischen dem Gebirgsbau und der Oelführung, wobei nur noch bemerkt werden mag, daß auch thatsächlich in Pennsylvanien die Schichtenfalten parallel mit jener Grenzcurve


Fig. 7.



verlaufen, ferner daß dieselben nicht horizontal, sondern flach gegen Südwest geneigt liegen.

Das Erdöl wird unter sonst gleichen Umständen in jenem Gesteine reichlicher sein, und hieraus auch reichlicher ausfließen, je mehr dasselbe Hohlräume besitzt und je größer dieselben sind, ferner je mächtiger und ausgedehnter diese ölführende Gesteinsschicht ist. Grobkörnige Sandsteine und grobe Conglomerate, insbesondere dann, wenn das Bindemittel quantitativ zurücktritt, sind gewiß ein vortrefflicher Oelschwamm. Werden diese Gesteine überdies noch von vielen kleinen Klüften durchsetzt, so wird dadurch das Aufsauge- und Abgabevermögen

noch bedeutend gesteigert. Derartige Klüfte entstanden jedoch bei den Biegungen der Schichten an deren Wendepunkten, an den Axen der Anticlinalen und Synclinalen, während die verbindenden Schenkel am wenigsten gebogen und gebrochen werden.

Wird ein Schichtencomplex, aus einer Wechsellagerung von elastischeren und spröderen, weniger festen Gesteinen bestehend, in Falten geworfen, so kann man in der Natur tausendfältig bestätigen, daß die spröden Gesteinsschichten, z. B. Kalkstein, Conglomerat, an den Wendepunkten der Falten zerborsten sind, während die zäheren, z. B. Schieferthon, diesen Biegungen ohne Zerberstung folgen konnten. Wurde jedoch eine gewisse Biegungsgrenze überschritten, wobei auch die Dauer der Deformation von wesentlicher Bedeutung ist, so werden auch die zäheren Hangendschichten, in Pennsylvanien die Schiefer und Schieferthone, gebrochen und das Oel kann in den bis zu Tage reichenden Sprüngen emporsteigen und ausfließen, wodurch große Oelmengen dem Conglomeratreservoir entzogen werden.

Es muß somit einen bestimmten Gürtel von Anticlinalen und Synclinalen geben, innerhalb dessen die Biegungen der Schichten so groß waren, daß an den Wendepunkten derselben die Conglomeratschichten möglichst stark zerbarsten, ohne daß in den Schiefern und Schieferthonen Spalten, die bis zu Tage führen, entstanden; dadurch war das Aufsauge- und Abgabevermögen der Conglomerate auf ein Maximum gestiegen, das Erdöl konnte dennoch nicht entweichen. War die Biegung zu klein, d. h. sind die Schichten gar nicht oder zu wenig gefaltet worden, so entstanden keine Brüche in dem Oelgesteine, welches deshalb beim Erbohren weniger Oel abgeben konnte. Waren hingegen die Biegungen zu groß, so floß das Oel zum großen Theile aus, bevor der Mensch die Lagerstätte erschloß.

Daß insbesondere Anticlinalen, seltener Synclinalen Gas führen, wird von H. M. Chance[1]) damit erklärt, daß in letzteren, als den tieferen Theilen der porösen Schichtfalten, sich Wasser ansammelt und somit das Gas verdrängt; wo das Wasser fehlt, dort können auch die Synclinalen gasführend sein. Jedenfalls wird der Herr Autor gestatten, daß man diese seine Anschauung auch auf die Oelvertheilung innerhalb eines gefalteten Schichtencomplexes überträgt.

Fassen wir diese Erörterungen kurz zusammen. Eine Schichtenfalte, gleichgültig, ob eine Anticlinale oder Synclinale, allein kann nicht bestimmt als ölführend erklärt werden; es ist auch ein poröses, das Oel aufsaugendes und abgebendes Gestein nothwendig; wo dieses bis zu einem gewissen Maße gebogen ist, wird es am ölreichsten sein; meist sind die Anticlinalen poröser Gesteine ölreicher, als die Synclinalen.

---

[1]) The Anticlinal Theory of natural Gas. — Transact. Amer. Inst. Mining. Eng. 1886.

Diese vorstehenden Erläuterungen beziehen sich auf die Verhältnisse in Pennsylvanien und den angrenzenden Districten. Daß jedoch auch andernorts der Schichtenbau für die Oelführung von wesentlicher Bedeutung sein kann, lehren uns die eingehenden Studien von C. M. Paul und E. Tietze[1]) über das Petroleumvorkommen in den Karpaten, welche zu dem Schlußsatze gelangten: „Nur Eines scheint in letzterer Hinsicht (specielle Arten der Complication der Schichtenstellung oder Störung betreffend) erfahrungsmäßig sich als gewiß herauszustellen, daß nämlich auf der Höhe von Schichtensätteln die Aussicht auf Erbohrung von Petroleum größer wird, als in der Tiefe der Schichtenmulden; wenigstens sprechen unter anderem die Verhältnisse bei Boryslaw, Bóbrka, Mrasžnica, Drów und Ropianka ꝛc. dafür."

Ich möchte aus diesem galizischen Gebiete auf eine Thatsache hinweisen, welche die Erfahrungen dieser um die Karpatengeologie hoch verdienten Fachgenossen bestätigt.

In Pohar bei Skole in Galizien findet sich das Erdöl in dem Menilitschiefer, der mit 40 bis 50° nach SW verflächt und in einzelnen Schichten reich an Fischresten, in höheren an Hornsteinlagen ist. Die productiven Schächte sind durchweg in jenem Schiefer angesetzt oder bis zu ihm abgeteuft; doch hatten nur jene einen befriedigenden Erfolg und sind seit mehreren Jahren ergiebig, welche in einer secundären Anticlinale, die nach SW, also querweise zum Hauptstreichen der Schichten streicht und in dieser Richtung auch in die Tiefe einfällt, gelegen sind. Der Hauptsattel der Menilitschiefer ist, wie so häufig in den Karpaten, zerstört.

Auf solche kleine Seitensättel, welche sich mehr oder weniger querweise zum Hauptstreichen der Schichten stellen, und welche oft nur in detaillirten Karten deutlich bemerkbar werden, sei hiermit besonders aufmerksam gemacht.

Die bisher erwähnten Thatsachen bestätigen eine factische Anreicherung des Erdöls längs der Anticlinalrücken. Hiermit ist zwar verwandt, doch nicht zu identificiren, die in vielen Gebieten wiederkehrende Erscheinung, daß die natürlichen Erdölquellen längs der Anticlinalen hervorbrechen, wodurch noch nicht eine wirkliche Anreicherung in den letzteren nachgewiesen ist; denn die Erdölausflüsse können dadurch bedingt sein, daß die Anticlinalspalten bis zu Tage reichen, ja sich nach aufwärts erweitern, während die Synclinalspalten in Folge der hierin herrschenden Stauchung gegen oben hin schließen, somit das Oel nicht zu Tage treten lassen.

Einige Fälle dieser Art seien im Nachfolgenden erwähnt.

In Ohio und Westvirginien tritt das Oel aus Spalten, den Anticlinalaxen entsprechend, hervor. Das Erdölvorkommen von Kentucky und Tennessee entspricht der dem Alleghanygebirge parallelen Anticlinale, welche die Carbonformation in zwei Kohlenfelder trennt.

[1]) Jahrb. geol. Reichs-Anst. 1879, 302.

Für das norddeutsche Vorkommen hat bereits Bunsen[1]) im Jahre 1839 nachgewiesen, daß die wichtigsten Erdöl- bezw. Bergtheerfundpunkte in einer nahezu geraden Linie liegen, die von Südost nach Nordwest gerichtet ist und die Orte Wietze, Hänigsen und Oedesse verbindet. Später unterstellte man dieser Vertheilung die sogenannte Aller-Anticlinale, welche jedoch nicht sicher erwiesen ist.

Die Karpaten in der Bukowina bilden die Fortsetzung jener Galiziens; dort wurden sie hinsichtlich ihrer Oelführung eingehender von Bruno Walter untersucht, welcher nachwies, daß alle natürlichen Oelquellen in diesem Lande der unteren Kreide, insbesondere den Ropiankaschichten, angehören und in drei, der Karpatenaxe parallelen Linien liegen, welche Anticlinalen entsprechen.

Für die rumänischen Oelgebiete wiesen Paul und Olczewski den günstigen Einfluß der Anticlinalen nach.

Auch von Apscheron (Umgebung Bakus) ist es bekannt, daß die Faltensättel einen günstigen Einfluß auf die Oelführung ausüben. Ich will hier die Worte H. Abich's[2]) über dieses Gebiet wiedergeben: „Ueberall, wo auf Apscheron freiwilliges Hervortreten von Naphtha in flüssiger oder verdickter Form unmittelbar aus dem alttertiären Terrain stattfindet und das Vorhandensein von größeren Ansammlungen des Bitumens in der Tiefe erfahrungsmäßig wahrscheinlich ist, zeigt sich das geschichtete Terrain in Form einer elliptischen, meistens flachen Wölbung, die entweder geschlossen oder in der Richtung ihrer Längenaxe anticlinal geöffnet ist."

Am Nordabhange des Kaukasus sind die Anticlinalen ebenfalls von äußerst günstigem Einflusse auf die Erdölführung. Einer officiellen russischen Mittheilung[3]) entnehmen wir: Mit der Entfernung von der Mündung des Kuban treten die Wirkungen der Hebungskräfte immer mehr hervor. Die Erdölquellen erscheinen an den Erhebungspunkten in den anticlinalen Falten, ebenso die Schlammvulcane und die Bitter- und Schwefelquellen. Diese Beziehung der Erdölquellen zu den Schlammvulcanen ist so constant, daß letztere zur Auffindung der ersteren benutzt werden können. — Die Quellen auf den Erhebungslinien liefern ein weit flüssigeres Product, als diejenigen der monoclinalen Falten. — Die allgemeine Vertheilung der Quellen in der Gegend ist eng verbunden mit der Richtung der Erhebung der sedimentären Schichten.

Auch für das transkaspische Oelterrain hat jüngst Dr. Hj. Sjögren[4]) überzeugend nachgewiesen, daß die beiden von ihm besuchten größeren Erdölvorkommen Neftjanaja gora und Buja-Dagh (hier mit bis 54,4° C. warmen

---

[1]) 3. Jahresber. Ver. f. Naturkunde in Cassel, S. 12. — Referat im Neuen Jahrb. f. Min. u. s. w. 1839, S. 697. [2]) Jahrb. geol. Reichs.-Anst. 1879. [3]) Aperçu des mines du Ministère du Domaine de l'état 1878. [4]) Jahrb. geol. Reichs-Anst. 1887, S. 47.

Soolquellen) auf den Rücken zweier Anticlinalen liegen, wovon die erstere unsymmetrisch, letztere jedoch symmetrisch gebaut ist.

Nach Zincken soll etwa 46 km SSW von Chokand (russisch Turkestan) das Erdöl an der anticlinalen Axe gehobener Kreideschichten vorkommen. Bei Khátan (Beludschistan) findet sich nach R. Townsand[1]) das Oel am Scheitel einer Anticlinale, wie dies auch aus dem von ihm gegebenen Profile dieses Gebietes (Fig. 4, Tafel 1) sofort zu entnehmen ist.

H. B. Medlicott[2]) weist wiederholt darauf hin, daß nicht bloß in Khátan, sondern auch in Punjab, Assam, Arakan und Burma das Erdölvorkommen mit Störungen im Schichtenbau zusammenfällt, ohne dieselben für die einzelnen Gebiete näher zu bezeichnen; hingegen bezeichnet C. Zincken[3]) diese Störung, wenigstens für Punjab, ausdrücklich als eine Anticlinale; diesen Zusammenhang wies auch B. S. Lymann[4]) für viele Oelbrunnen Japans nach.

Wir haben gesehen, daß längs der Schichtensättel entweder eine bedeutende Anreicherung von Erdöl vorhanden ist und diese bei der Gewinnung besonders ergiebig sind, oder daß ihnen viele natürliche Oelquellen entsprechen, welche das Interesse des Schürfers in vollem Maße beanspruchen. Ohne den Mulden für alle Fälle die Oelführung abzusprechen, werden in sehr vielen Fällen die Anticlinalen die hoffnungsvollsten Schurfgebiete bergen.

3. Oellinien, Verschiebungen entsprechend.

Daß das Erdöl auch in Spalten — auf secundärer Lagerstätte — vorkommt, wurde schon früher gewürdigt. Manche Spalten besitzen eine bedeutende streichende Ausdehnung nach einer bestimmten Richtung, in welchem Falle sich auch die Oelfunde in gleichem Sinne erstrecken werden. Statt einer Spalte, längs welcher Verschiebungen der beiden durch sie getrennten Gebirgstheile stattfanden, kann auch ein ganzer Spaltenzug vorhanden sein, der bei geringer Breite oft weithin im Streichen anhält. Da überdies derartige Spalten oder Spaltenzüge in der Regel sehr steil bis vertical stehen, so ist aus technischen Gründen an der Erdoberfläche nur eine geringe Breite für die Erschließung des Oeles möglich; die Bohrungen oder Schächte müssen sich somit im Streichen der Spalte anordnen und markiren dadurch eine Oellinie.

Auch stark gewölbte Anticlinalen werden Anlaß zur Bildung von Spaltenzügen geben, in welchem Falle die Oellinie auf diese oder jene bezogen werden kann.

---

[1]) Report on the Petr. Expl. at Khátan; Rec. geol. Survey of India 1886, 19, 204. [2]) Note on the Occurrence of Petroleum in India; Rec. geol. Survey of India, 1886. [3]) Geol. Horiz. foss. Kohlen &c. S. 114. [4]) Geol. Survey of the Oil Lands of Japan Tokio 1877 and 1878.

Stellt in Fig. 5 bei beliebiger Lage der Schichten *EE* eine Spalte oder einen Spaltenzug — statt eines Oellagers — vor, so wird durch diese auch das Besprochene illustrirt.

Das Vorkommen verschiedener Bitumina, insbesondere von Asphalt, längs der viele Meilen von N nach S gedehnten Jordanspalte giebt ein Beispiel von der soeben besprochenen linearen Anordnung längs Verschiebungen.

Salzsoole mit Erdöl.

Von verschiedener Seite wurde dem ziemlich häufigen Zusammenvorkommen von Soole und Erdöl ein besonderes Gewicht beigelegt; man wollte theils aus diesem Zusammenvorkommen genetische Schlüsse ziehen, theils sollten die salzhaltigen Quellen einen Führer beim Schürfen abgeben. Letzteres kann nur insoweit berechtigt sein, als Soolquellen häufig aus Spalten austreten, längs welchen auch Erdöl circuliren kann; doch ist hierbei zu bedenken, daß diese beiden Flüssigkeiten nicht immer zusammen vorkommen müssen und daß das Salzwasser den Austritt des Erdöls in die Quellspalte verhindern wird. Es haben somit die Soolquellen für den Schürfer in der Regel gar keine Bedeutung, es sei denn, daß man durch sie bei bestimmten localen Verhältnissen auf eine Störungszone, in welcher auch Erdöl emporsteigen kann, aufmerksam gemacht wird.

Es sei ferner darauf hingewiesen, daß man ziemlich häufig auch in den Kohlenfeldern, z. B. Englands und Schottlands, auf Zuflüsse von Soole stößt, ohne daß man hieraus weitere theoretische Schlüsse oder Schurfregeln abgeleitet hat.

Auch in Pennsylvanien trifft man auf die Soolwasser meist nur in den Carbonschichten, insbesondere in dem die erdölführenden Chemungschichten (Devon) überdeckenden Subcarbon, manchmal aber auch in den Conglomeraten der Devonschichten. Nachdem also hier der Ursprungsort der Soole und der des Erdöls häufig von einander vollends getrennt ist, so ist es klar, daß diese beiden Flüssigkeiten in keine nähere genetische Beziehung zu bringen sind.

Es wird sich — im wissenschaftlichen Interesse — empfehlen, derartige Soolwasser, wenn sie nicht mit einer steinsalzführenden Schichtengruppe zusammenhängen, zu analysiren; es wird sich hierbei in vielen Fällen zeigen, daß zwar der Chlornatriumgehalt vorwiegt, daß jedoch die Sulfate, welche in Soolwässern, die von steinsalzführenden Schichten stammen, in wesentlichen Mengen vorhanden sind, häufig ganz zurücktreten, weshalb derartige Soolen nicht auf Steinsalzvorkommen bezogen werden dürfen.

Da wir an vielen Orten das Erdöl ohne Wasser oder mit solchem von gewöhnlicher Zusammensetzung finden, so folgt auch hieraus, daß jene Speculationen, welche das Erdöl mit den Steinsalzlagerstätten in Zusammenhang

bringen wollen, noch weiteres Beweismaterial beibringen müssen. Uebrigens finden wir auch Soolquellen, wie jene in der Nähe des Pfälzer Melaphyrgebietes (Nauheim 2c.), welche mit Salzlagerstätten in gar keinem Zusammenhange stehen.

Erdgase und Erdöl; Oelspringbrunnen.

Die brennbaren Erdgase sind fast stetige Begleiter des Erdöls; wo jene in größerer Menge auftreten, findet sich häufig auch Erdöl, weshalb vielenorts erschlossene Erdgase als gute Vorzeichen eines baldigen Oelfundes angesehen werden. Die Gase resultiren in diesem Falle aus demselben Processe wie das Erdöl, sie sind die niedrigsten Glieder jener Kohlenwasserstoffreihen, welche das Rohöl constituiren. Da die Gase die Poren des Nebengesteins leichter durchdringen als das Oel, so finden sie sich auch in den Hangendschichten der Oellagerstätte als Vorboten desselben und sind verbreiteter als das Oel. Beim Schachtabteufen und übertags beim Bohrloche wird deshalb der Gebrauch der Sicherheitslampe zu empfehlen und manchmal auch unbedingt nothwendig sein. Auch müssen die Schachtarbeiter, wenn ein Gaseinbruch zu befürchten ist, angeseilt und überwacht sein.

In East Sandy (Pennsylvanien) waren die mit dem Oele ausströmenden Gasmengen so bedeutend, daß das dort entstandene Städtchen den Namen „Gas-City" bekam.

Die Erdgase sind vom Oele absorbirt oder gelöst, und zwar in um so höherem Maße, je größer der Druck ist. Wird ein gasreiches Oellager erschlossen, so fällt der Druck, welcher in ihm herrschte, plötzlich und die Gase haben das Bestreben zu entweichen, weshalb das Oel im Bohrloche, dem Gasüberdruck entsprechend, in die Höhe gepreßt wird, ja bis zu Tage steigt und hier entweder überfließt oder als Springbrunnen (Flowing well) in die Luft steigt.

In jedem größeren Oelgebiete wurden solche Springbrunnen erbohrt, welche gewöhnlich die Schurflust in der Umgebung außerordentlich steigerten. Sie waren jedoch eigenthümlicher Weise für den glücklichen Finder manchmal auch verhängnißvoll; so z. B. ist es bei Baku (Druschba-Brunnen) einem solchen weder gelungen, die Oelentleerung durch den Verschluß des Bohrloches — dermalen hat man hierfür eigene Kappenverschlüsse — zu stauen, noch die Oelmassen in Reservoirs aufzufangen, so daß der größte Theil des Oeles unbenutzt abfloß und die tiefer liegenden Culturen zerstörte; der Finder gewann wenig Oel, hatte aber hohe Schadenersätze und Proceßkosten zu begleichen.

Sollte man von einem Oelspringbrunnen überrascht werden, ohne den Bohrlochsmund auf diese oder jene Weise abschließen zu können, so empfiehlt es sich, in dem nächsten Graben, wohin das Oel seinen Abfluß nimmt, mehrere

Dämme aufzuwerfen, welche in ihrem untersten Theile eine Oeffnung frei lassen behufs Abflusses des Wassers, welches vorher im Graben floß.

In der weiteren Umgebung Bakus wurden bisher etwa 100 Oelspringquellen erbohrt.

Die Oelspringbrunnen haben manchmal ganz ungewöhnliche Höhen erreicht; der großartigste von ihnen dürfte der Tagieff Well bei Baku sein, welcher am 5. October 1886 in 70 m das Oel erschloß, das in einem mächtigen Strahle durch die Luft schoß und stündlich 500 t Rohöl geliefert haben soll, d. i. mehr als die Tagesproduction der gesammten pennsylvanischen Brunnen. — Nach Engler wurden aus den Bohrbrunnen Bakus auch Schlamm, Sand und Steine, letztere in der Größe von Kegelkugeln, bis zu 250 m Höhe in die Luft geschleudert.

Wenn der Druck, mit welchem das Erdöl hervorquillt, durch einen darauf lastenden Wasserschenkel bedingt wäre, so müßte vorausgesetzt werden, daß sich die Oelbrunnen ebenso wie die artesischen verhalten und daß beim Erschöpfen eines Oelgebietes schließlich Wasser einbräche; doch widersprechen diesen beiden Voraussetzungen die Thatsachen.

Da die treibende Kraft derartiger Springbrunnen nicht der hydrostatische Ueberdruck, wie z. B. bei den artesischen Brunnen, ist, sondern der Ueberdruck des Gases[1]), da sich dieses mit dem Oel entleert und durch letzteren Vorgang in der Lagerstätte selbst der Gasdruck sinken muß, so ist das Leben einer solchen Springquelle gewöhnlich ein sehr kurzes, einige Stunden oder Tage; dann fließt das Oel durch einige Zeit ruhig aus dem Bohrlochsmund, erreicht später diesen auch nicht mehr und muß gepumpt werden.

Manchmal sind die Oelergüsse auch nur stoßweise, intermittirend, in Pausen von mehreren Minuten oder Stunden erfolgend. Beim Erbohren der Oellagerstätte schießt ein Oelstrahl in die Luft, der stetig kürzer wird, bis das Oel nur den Bohrlochsmund erreicht. Das Gewicht der im Bohrloche befindlichen Oelsäule ist nun gleich oder kleiner als der momentane Gasdruck am unteren Ende; ist letzteres der Fall, so zeigt die Oelsäule ein allmäliges Sinken im Bohrloch, bis Gleichgewicht hergestellt wird. Während der Oeleruption fand eine Entleerung der Oellagerstätte insbesondere in der nächsten Umgebung des Bohrloches statt. Diese frei gewordenen Hohlräume werden allmälig von den seitlich nachdrängenden, noch unter größerer Pressung stehenden Oelpartien erfüllt, wodurch der Druck wieder steigt und schließlich größer sein wird, als das Gewicht der auflastenden Oelsäule im Bohrloche, so daß endlich deren Beharrungsvermögen und Reibung an den Bohrlochwänden überwunden wird und eine neuerliche Eruption erfolgt. Die Pause bis zum

[1]) Dieser von mir vor einem Decennium aufgestellten Erklärung der amerikanischen Oelspringbrunnen schloß sich jüngst auch Sjögren, der sich um die geologischen Kenntnisse der Erdölfelder von Baku viele Verdienste erwarb, an. (Baku-Nachrichten 1885, Nr. 94.)

nächsten Erguß wird somit vorwiegend abhängen müssen von dem Drucke, unter welchem sich das Oel in der Lagerstätte befindet, von dem Widerstande, welchen das Oel bei seiner Bewegung innerhalb derselben findet (Größe und Menge der kleinen Hohlräume), von der Tiefe und der Verröhrung des Bohrloches und der Dichte des Erdöls.

Der Lady Hunter-Well in der unteren Oelregion Pennsylvaniens warf in halbstündigen Pausen einen Oelstrahl 30 m hoch.

Es können jedoch auch Gasausbrüche ohne oder mit nur wenig Erdöl erfolgen. Längst bekannt sind die ewigen Feuer bei Baku; in Pennsylvanien wird das Erdgas in ausgedehntestem Maße als Beheizungs- und untergeordnet als Leuchtmaterial, insbesondere in den großen Fabriken und Haushaltungen von Pittsburg, seit längerer Zeit verwendet (S. 68). Da wie dort steht dieses Vorkommen in engster Verbindung mit dem des Erdöls. Auch hier ist ein porenreiches Gestein als Reservoir nothwendig, auch hier haben die Anticlinalen und die Synclinalen, insbesondere die ersteren, auf die Gasführung einen sehr günstigen Einfluß, auch hier wird die Ergiebigkeit mit der Größe des Reservoirs und dem darin herrschenden Drucke zunehmen; die Geologie des Erdöls ist in diesem Falle somit auch die des Erdgases. Auch die gasführenden Schichten sind in Pennsylvanien, wie auch in vielen anderen Gebieten, dieselben wie die ölführenden (Conglomerat und grobkörniger Sandstein).

Für die allgemeine Geologie hat insbesondere der Sheffield-Brunnen, welcher in einer Anticlinal-Axe $2^1/_2$ engl. Meilen östlich von Sheffield liegt und diese Stadt seit 1875 bis heute mit Licht und Wärme versieht, ein mehrfaches Interesse. Beim Bohren wurde eine Spalte mit Soole in 418 Fuß Tiefe verquert, doch der Zufluß nicht abgeschlossen. Der „Gassand" (Conglomerat) wurde in 1350 Fuß Tiefe 45 Fuß dick angefahren; der im ersten Augenblicke bedeutende Gasstrom nahm rapid ab und blieb bald gänzlich aus, — das Bohrloch war zugefroren. Diese Erscheinung erklärt sich durch die allgemein bekannte Thatsache, daß bei der Volumvermehrung einer bestimmten Gasmenge in Folge Sinkens des sehr großen Druckes eine Temperaturerniedrigung stattfindet; die Gase standen im Conglomerate unter sehr großer Pressung, die plötzlich sehr bedeutend fiel, so daß in Folge der damit verbundenen plötzlichen Temperaturerniedrigung der Umgebung, dem Soolwasser, Wärme entzogen wurde und zwar in dem Maße, daß letzteres gefror.

Das Gas kommt auch manchmal in seiner Lagerstätte mit Wasser vor; letzteres absorbirt ersteres, weshalb auch hier, ebenso wie beim Erdöl, Springbrunnen, die später intermittirend werden, entstehen können. Die Absorptionsfähigkeit wird durch gelöstes Salz wesentlich begünstigt. Wenn 20 m^3 Salzwasser 1 m^3 Sumpfgas (CH_4), aus welchem die Erdgase vorwiegend bestehen, bei 1 Atm. Pressung aufnehmen, so absorbirt es nach Henry's Gesetz bei 10 Atm. 10 m^3 (50 Volum-Proc.), bei 30 Atm. 30 m^3 (150 Proc.) u. s. w. Sumpfgas. Würde das Bohrloch 500 m tief sein, so würde dieser Wassersäule ein

Druck von etwa 50 Atm. entsprechen und, falls Salzsoole vorhanden wäre, die Absorptionsfähigkeit 50 m³ sein, d. h. 1 m³ Soole enthält 2,5 m³ Gas. Daß innerhalb des Bohrloches sich bald dieses oder ein ähnliches Verhältniß einstellen wird, sobald die Springerscheinung aufhört, darf vorausgesetzt werden; es müßten somit ganz bedeutende unterirdische Reservoirs und Ausflüsse von Soole stattfinden, damit am Bohrlochsmunde so viele Erdgase entweichen, um eine Fabrikstadt minderer Größe ausreichend mit Licht und Wärme für mehrere Jahre zu versehen. Ist jedoch statt Soole Wasser, welches das Sumpfgas in viel geringerer Menge absorbirt, vorhanden, so wird die Gasergiebigkeit bedeutend kleiner sein.

Günstiger gestalten sich die Verhältnisse dann, wenn das Gas allein die Lagerstätte, also das Reservoir, erfüllt; es ist in der Regel unter größerer Pressung darin eingeschlossen, welche unter anderem auch von der Möglichkeit des Entweichens, wenn auch in geringer Menge, abhängt. Obzwar keine directen Messungen über die Spannung frisch erschlossener Gase durchgeführt wurden, so liegen doch andere Beobachtungen vor, welche den Schluß, daß diese sehr groß sein müsse, gestatten. Es wird wiederholt berichtet, daß selbst aus sehr tiefen Bohrlöchern die schweren Werkzeuge bei der Erschließung des Gaslagers herausgeschleudert wurden; auch die oft beträchtlichen Höhen, bis zu welchen die Oel- oder Wasserspringbrunnen hinan reichten, gestatten ebenfalls einen Rückschluß auf die Größe der Gasspannung. Leider liegen auch hierüber nur Schätzungen und keine exacten Beobachtungen vor.

Der Druck, unter welchem die Gase den bereits in Ausbeute begriffenen Bohrlöchern entströmen, wurde nur in wenigen Fällen direct und entsprechend genau gemessen; dies geschah fast nur von der Ohio geological Survey unter Professor Orton[1]). Er fand die Pressung im Findlay-Districte bei geschlossenem Rohre mit durchschnittlich 375 Pfund pro 1 Quadratzoll (128 kg pro 1 cm²), bei dem ersten Brunnen bis zu 450 Pfund (155 kg pro 1 cm²). In demselben Gebiete ist der Druck gleich, wird bei ergiebigen Brunnen rasch nach Abschluß erreicht und bleibt dann constant, bei gasärmeren jedoch später, weshalb die Zeit zwischen 1,5 Minuten und einer Stunde variirt.

Die Angaben von Pennsylvanien sind weniger brauchbar. Im Murraysville-District fand man bei zum Theile geöffnetem Rohre 150 bis 200 Pfund (52 bis 69 kg) Druck, im Wilcox-Gebiete bis 575 Pfund (198 kg) bei geschlossenem Rohre. Im Alleghany-County, New-York, stieg der Druck bei abgesperrtem Gasabflusse auf 450 Pfund (155 kg). Die Litchfield-Brunnen in Illinois zeigten anfänglich 400 bis 450 Pfund (137 bis 155 kg) Spannung, die jedoch bald auf 125 Pfund (43 kg) zurückging.

Wenn der Druck eine gewisse Grenze überschreitet, so müssen die Gase flüssig werden. Es wurde deshalb wiederholt die Frage aufgeworfen, ob nicht

---

[1]) Joseph D. Weeks, Natural Gas in Iron 30, 88.

etwa die Erdgase in diesem Zustande in ihren Lagerstätten angehäuft sind; im bejahenden Falle wäre es auch erklärlich, daß ein einziges, verhältnißmäßig kleines, unterirdisches Gasreservoir durch viele Jahre immense Gasmengen abzugeben vermag. Daß mit der Beantwortung dieser Frage auch die Hoffnungen hinsichtlich der Dauer dieses modernsten Brennstoffes im innigsten Zusammenhange stehen, braucht füglich nicht betont zu werden.

Wollen wir diese, auch wissenschaftlich hoch interessante Frage, mit welcher sich auch die Kohlenbergleute, voran die belgischen, wiederholt beschäftigten, bestimmt lösen, so ist es nothwendig, daß die verschiedenen Erdgase direct Compressionsversuchen ausgesetzt werden. Wenn auch ihr Hauptantheil (60 bis 80 Proc.) Sumpfgas (CH_4) ist, so geben doch die mit diesem von Faraday, Dewar, Cailletet und K. Olszewski ausgeführten Versuche nur die Basis zu Vermuthungen, da sich in Gasgemischen die Verhältnisse wesentlich ändern können. So z. B. ist im Erdgas Aethan (C_2H_6) und Propan (C_3H_8), ersteres bis zu 28,9 Proc., letzteres bis zu 2,0 Proc. enthalten. Aethan wird bei 35° C. unter einem Drucke von 45,2 Atm. verflüssigt. In einem Gaslager Pennsylvaniens von 500 m Tiefe würde eine Temperatur von nur 25° C. herrschen und die in solchen Tiefen erschrottenen Wässer zeigten meist eine etwas geringere Wärme. Es wird somit zur Verflüssigung des Aethans ein bedeutend geringerer Druck genügen. Nachdem einer nur bis zum Bohrlochmund empor gedrängten Wassersäule von 500 m Tiefe [1]) ein Druck von 50 Atm., einer solchen Erdölsäule ein Druck von etwa 40 Atm. entspricht, so kann bestimmt vorausgesetzt werden, daß das Aethan, um so mehr das Propan, welches ja schon bei gewöhnlichem Luftdrucke bei — 25° C. flüssig wird, im flüssigen Zustande vorhanden sind.

In welchem Maße nun diese flüssigen Kohlenwasserstoffe, ferner das etwa mit vorkommende Erdöl fähig sind, das Methan (CH_4) zu lösen, insbesondere unter Berücksichtigung des hohen Drucks, darüber fehlen uns die Versuchsergebnisse gänzlich.

Das Methan würde zu seiner Verflüssigung oder zur Erreichung seines kritischen Punktes einen ganz ungewöhnlich hohen Druck innerhalb des Gaslagers bei etwa 25° C. voraussetzen; denn die neuesten Untersuchungen K. Olszewski's [2]) lehren, daß dieses Gas bei 54,9 Atm. und einer Temperatur von — 81,8° C. den kritischen Punkt erreicht und unter 49,0 Atm. bei — 85,4° C. flüssig wird. Diese sehr tief gelegenen Temperaturen lassen vermuthen, daß bei einer Wärme von 25° C. jedenfalls ein Druck von einigen hundert Atmosphären zur Verflüssigung des Methans, falls dieses allein vorhanden wäre, benöthigt würde.

---

[1]) Die Ridgway Gas Company erreichte eine Tiefe von ca. 800 m. Das tiefste noch im Abteufen begriffene Bohrloch in den pennsylvanischen Oelgebieten ist der Dilworth Well bei Homewood, welcher am 1. December 1886 1515 m erreichte.
[2]) Compt. rend. C. 1885, p. 940.

Der Einwand, den Chance gegen die Möglichkeit eines solch hohen Drucks in einer Tiefe von 500 m erhob und der darin besteht, daß die darüber befindlichen Schichten gehoben werden würden, da ihr Gewicht gegen diese von unten nach aufwärts wirkende Pressung zu klein wäre, ist nicht stichhaltig, da es sich hier um ein Problem der Festigkeitslehre und nicht um die Hebung einer isolirten Masse handelt.

Ich wiederhole es: „Hier können wir nur Klarheit durch directe Versuche mit den natürlichen Erdgasen und durch sorgfältige Beobachtung aller jener Thatsachen, welche einen Schluß auf die Initialspannung der frisch erschlossenen Erdgase gestatten, erlangen.“ Zweifelsohne wird uns in Bälde einer unserer amerikanischen Fachgenossen die sichere Lösung dieses wissenschaftlich und technisch wichtigen Problems bieten.

Das Erdgas hat, abgesehen vom Wasser, das salzhaltig sein kann, und vom Erdöle, hier und da auch einige ganz interessante Begleiter. So beobachtete S. A. Ford in Pennsylvanien bei einer Gasquelle im Auslaßrohre, dieses schier verstopfend, einen weichen, grauweißen Körper, der aus Chlorcalcium bestand; eine andere Gasquelle warf unmittelbar nach ihrer Erschließung Krystalle von Ammonium-Carbonat aus.

Von einigen amerikanischen Gasbrunnen liegen uns auch Angaben über ihre Ergiebigkeit, die manchmal, insbesondere anfänglich, rasch, häufig aber auch nur unmerklich sinkt, vor. Es ist ebenso wenig, wie beim Erdöle, gerechtfertigt, von der Unerschöpflichkeit eines Gaslagers zu sprechen, wie ich dies bereits vor einem Decennium betonte; doch Pennsylvanien ist in der glücklichen Lage, daß es noch eine Reihe unerschlossener Oel- und Gasfelder besitzt, so daß es in dieser Hoffnung beruhigt in die nächste Zukunft blickt.

Die Ergiebigkeit nachgenannter Brunnen wird wie folgt angegeben; dabei ist jedoch zu bemerken, daß nur jene in Ohio, und zwar durch Professor Orton, genau mittelst einer modificirten Pitot'schen Röhre und kleinere mittelst Anemometer gemessen wurden.

Pennsylvanien:	m^3 Gas pro Stunde
Newton-Gasbrunnen bei Titusville	9 433
Delamater	26 900
Ein Brunnen bei Pittsburg (1885)	83 000
New York:	
Bloomfield, Ontario County	18 860
Ohio (Findlay-District [1]):	
Karg-Brunnen	14 255
Corey- „	3 875
Briggs- „	3 027

[1]) Nach Joseph D. Weeks, Natural Gas in Iron, 30, 88.

In lockerem oder plastischem Erdreiche bedingen die Gasausbrüche Eruptionen, durch welche sich über tags vulcanähnlich gestaltete Hügel bilden, aus deren Kratern die Gase anfangs mit großer Heftigkeit ausströmen. Durch das Aneinanderschlagen zweier harter Gesteinsfragmente während der Eruption kann der sich bildende Funke das Erdgas entzünden, das nun als Feuersäule die äußere Aehnlichkeit mit einem wirklichen Vulcane noch mehr erhöht. Solche Schlammvulcane oder Salsen finden wir auch häufig in der Nähe von und in den Erdölgebieten, so im Kaukasus, insbesondere an dessen westlichen und östlichen Enden.

Eine eingehendere Schilderung der Salsen, welche mit den echten Vulcanen keine nähere Verwandtschaft besitzen, kann an dieser Stelle füglich nicht gegeben werden.

Einige Eigenthümlichkeiten der Erdölvorkommen.

Es ist schon erwähnt und erklärt worden (S. 31 und 57), daß und warum das Oel einer Lagerstätte in der Nähe des Ausgehenden dichter und geringwerthiger als in der Tiefe ist; wir haben es somit auch hier, wie bei vielen Erzlagerstätten, mit einer Oxydationsregion in der Nähe des Ausbisses zu thun.

Hiermit stimmt auch die Beobachtung überein, daß schwerflüssige Oele gewöhnlich keine, hingegen leichtflüssige viele Gase enthalten. So z. B. entweichen aus dem leichtflüssigen Oele von Schwabweiler viele, hingegen aus dem, demselben geologischen Horizonte angehörigen Bergtheere von Pechelbronn (Elsaß) nur wenige Gase.

Ferner wurde darauf hingewiesen, daß sich mehrere Lagerstätten unter einander befinden können — in Pennsylvanien häufig deren drei — und daß gewöhnlich die tiefste das beste und leichteste Oel führt. Bei fast horizontaler Lage der Schichten können, wie in Amerika, mehrere solcher Lagerstätten durch eine Bohrung erschlossen werden. Sind jedoch die trennenden Zwischenmittel sehr mächtig oder sind die Schichten stark aufgerichtet, so wird man auf den Aufschluß mittelst eines Bohrloches verzichten müssen. Dies ist z. B. der Fall in den österreichischen Karpaten, woselbst wir mehrere — drei bis vier — Petroleumetagen kennen, welche verschiedenen Formationen angehören und zwar 1) der Kreide (Ropiankaschichten), 2) dem Eocän (obere Hieroglyphenschichten), 3) dem Oligocän (Menilitschiefer) und 4) dem Neogen (Salzthon).

Die Oelsandsteine und Conglomerate sind im frischen Bruche gewöhnlich braun — und zwar je nach der Menge und der Qualität des darin enthaltenen Oels in den verschiedensten Abstufungen — und dunkler als die gleichen, doch ölfreien Gesteine gefärbt. Liegen sie länger an der Luft, so bleichen sie sich in Folge des Verdunstens des Erdöls; hier und da kann man manchmal kleine dunkle Pünktchen und Flecken von dem zurückgebliebenen, verharzten Oele erkennen.

Hinsichtlich der Abhängigkeit der Ergiebigkeit einer Lagerstätte von den meteorologischen Factoren, insbesondere Luftdruck und Regenmenge, liegen gar keine directen Beobachtungsreihen vor. Im Kaukasus und auf Apscheron glaubt man gefunden zu haben, daß der Sommer productiver als der Winter sei. In Galizien erhielt ich die Mittheilung, daß daselbst die Ergiebigkeit der Brunnen in trockenen Zeiten geringer wird. In Oelheim hingegen behauptet man, daß mit dem Steigen der Tagwässer die Production der Brunnen sinkt; und für das Bergtheervorkommen bei Wietze (Hannover) sind nach Eck [1]) die Monate August, September und October am ergiebigsten. Doch alle diese angeblichen Erfahrungen bedürfen noch sorgfältiger, einen längeren Zeitraum umfassender Controlbeobachtungen, bevor sie in die Wissenschaft eingeführt und hierauf Schlüsse gebaut werden dürfen.

Die Temperatur des erschlossenen Rohöls ist durchweg diejenige, wie sie mit Rücksicht auf die Tiefe der Lagerstätte und der geothermischen Stufe erwartet werden kann.

Verbreitung des Bitumens in den Schichten der verschiedenen geologischen Systeme.

(Formationen.)

Nachfolgende tabellarische Uebersicht macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit, weshalb aus ihr keine weittragenden Schlüsse, etwa über petroleumarme Stockwerke, gezogen werden dürfen.

Ueber verschiedene Gebiete fehlen die Altersbestimmungen der bitumenführenden Schichten gänzlich oder sie sind unsicher. Es wäre jedenfalls zu wünschen, daß die vielen Lücken, welche die vorliegende Zusammenstellung noch besitzt, recht bald ausgefüllt werden würden. Sie zeigt jedoch schon in ihrer jetzigen Gestalt, daß das Erdöl und die mit ihm eng verbundenen anderen Bitumina an keine bestimmte Formation gebunden sind. Auch die reichsten Vorkommen, welche dermalen im größeren Maßstabe ausgebeutet wurden, gehören verschiedenen Systemen (Formationen) an. So z. B. finden sich in den miocänen Schichten die reichen Oelschichten von Apscheron (Baku), Taman, Rumänien und zum Theile Galizien (Boryslaw), während das Eocän in Galizien, Ungarn, Rumänien (zum Theile), Italien, Kurdistan, in dem schon 500 Jahre v. Chr. berühmten Hit (Bagdad), in Beludschistan und insbesondere in Ostindien Erdöl führt. Andererseits gehört der reichste Erdölhorizont in Galizien und der Bukowina meist dem Kreidesysteme an. — Die Erdölvorkommen in Braunschweig und Hannover müssen verschiedenen Systemen der mesozoischen Gruppe zugezählt werden. Die dermalen im Handel und Wandel maßgebenden

[1]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wesen im preuß. Staate 14, 349.

Erdöllagerstätten im Osten Nordamerikas, insbesondere Pennsylvaniens, gehören der paläozoischen Gruppe, dem Devon-Systeme, an.

1. Känozoische Gruppe.

1. Alluvium.

Erdölausschwitzungen und Ergüsse in alluvialen Schichten finden sich in allen bedeutenderen Oelgebieten; doch sind diese Vorkommen auf secundärer Lagerstätte, hingegen gehören die Oelaussickerungen im Korallenriffe von Djebel Zeit im Rothen Meere einer primären Lagerstätte an.

2. Diluvium.

Deutschland: Hannover: Erdöl bei Wietze, Steinförde, Weenzen, Verden; Bergtheer bei Hänigsen, am Fissenberg; Erdöl bei Linden. — Erdöl zwischen Heide, Mehldorf und Hemming (Schleswig-Holstein). — Oesterreich-Ungarn: Erdöl bei Raczsindol (Slavonien). — Canada: Enneskillen. — Auch im Diluvium befindet sich das Oel fast ausschließlich auf secundärer Lagerstätte.

3. Tertiär.

Frankreich: Unbedeutendes Vorkommen von Erdöl und Asphalt in Sand und Thon bei Dax in den Landes (Pyrenäen). — Bei Dallet unweit Clermont Ferrand (in Klüften) Bergtheer und Asphalt; auch eine Stunde östlich von Clermont (Dep. Auvergne) in Basaltwacke. Im gleichen Gesteine bei Pont du Château (Dep. Est) Bergtheer. — Asphaltkalk bei Barjä, Bagnols Arr. Alais (Dep. Gard). — Italien: Erdöl in der Emilia (von St. Colombaro bis Faenza). — Mehrere der Erdöl- und Gasvorkommen Japans dürften tertiären Alters sein. — Niederländisch-Indien: Alle Erdölvorkommen gehören der Tertiärformation an. — Neuseeland: Bei Waipawa (Auckland) Erdöl in Klüften einer Trachytbreccie. — Californien: An vielen Orten Erdöl und Asphalt, worunter der Küstenzug von Santa Clara bis San Diego am wichtigsten ist.

a) Pliocän.

Rumänien: Nach Pilide und (später) Olszewski gehören alle Oelvorkommen der Wallachei dem Pliocän an; die wichtigsten Vorkommen daselbst sind: Colibaşi, Plojeşti, Buzeu, Baicoiu, Tintea, Campina, Telega, Droganese, Pekureţi; vorwiegend in Sandstein. — Türkei: Asphalt in bis 3 m mächtigen Linsen bei Selenitza (Albanien) im Sandsteine, begleitet von Bergtheer und weichem Asphalt. — Europäisches Rußland: Erdöl und

Erdwachs auf der Insel Tscheleken (Kaspischer See) in sandig-thonigen Schichten (nach Sjögren vielleicht miocän).

b) Miocän.

Schweiz: Asphalt des Cantons Waadt in Sandstein- und Kalkschichten. — Italien: Erdöl am Nordabhange der Appeninen zwischen Padua und Bologna (z. Th. Pliocän) im Thone und sandigen Mergel. Asphaltkalk von Ragusa bei Niszemi auf Sicilien (Prov. Siracusa). — Deutschland: Erdöl, Bergtheer und Asphalt im Elsaß (Hirzbach, Hirsingen, St. Croix, Echery, St. Bilt, Roderen, Mutzig, Mohlsheim, Biblisheim, Pechelbronn, Schwabweiler, Lobsann 2c.) vorwiegend im Sande und Sandsteine. — Asphalt und Bergtheer bei Ehingen (Württemberg) im Landschneckenkalke. — Oesterreich-Ungarn: Galizien: Erdwachs und Erdöl in Boryslaw, Dzwiniacz und Starunia. Asphalt findet sich in geringer Menge am West- und Südfuße des Monte Promina (Dalmatien). — Ungarn: Erdöl bei Recz, Kowac, Garbonac, Dragomer, Soósmezö. — Rumänien: Erdöl bei Moinesti [1]), Campeni, Taslau, Comonesti, Majonesti, Ohna, Solanti, Pocura; Erdwachs bei Slanik, Zietrisikit am Berge Zietrisika (Moldau). — Europäisches Rußland: Erdöl, Kirr und Erdgase in großen Mengen auf der Halbinsel Apscheron (bei Baku) und auf der vorliegenden heiligen Insel (Kaspischer See); bei Umachan-Jurt (Nordfuß der Katsch-Kalykowskykette); Halbinsel Taman (Asowsches Meer). — Transkaspien: In größerer Menge zu Neftjanaja gora und Buja-Dagh in Sandschichten. — Ostindien: Erdöl bei Padouk-Beny (Distr. Thayetmyo) in Sandstein und Schiefern. — Venezuela: Erdöl bei Maracaibo und Punto d'Acaja im Schieferthone, Kalk- und Sandsteine. — Trinidad: Erdöl und Asphalt im Schieferletten, Kalk- und Sandsteine neben dem bekannten Pechsee, in welchem sich die Bitumina ansammeln.

c) Eogen.

Italien: Asphalt bei Rocca d'Arce, Roccasecca 2c. (Prov. Caserta) im Kalk- und Sandsteine. — Erdöl bei Roccamorice und Albataggio (Prov. Abbruzzo ulterio) im Kalksteine. — Deutschland: Erdöl bei Tegernsee (Bayern) aus dem Flysch tretend, nach v. Gümbel aus den Nummulitenschichten stammend. Asphalt in Nummulitenschichten bei Sonthofen, am Kressenberge, bei Reichenhall, Frechenwand am Eibsee, bei Grunten.

α) Ober-Eocän (Oligocän).

Italien: Erdöl bei Vergato, Pietra Mala (Prov. Piacenza). — Oesterreich-Ungarn: Galizien (meist Schieferthone): Erdöl bei Schodnica,

[1]) Nach C. M. Paul.

Koziowa, Pohar, Bóbrka. — Ungarn: Erdöl bei Smilno, Szinna, Maramaros, Jób, Dragomer. — Rumänien: Nach Cobalcescu gehören die ölführenden Schichten der Moldau hierher.

β) Unter-Eocän.

Oesterreich-Ungarn: Galizien, Erdöl im Sandsteine bei Schodnica, Bóbrka, Sloboda rungurska. — Ungarn: Erdöl im Sandsteine bei Konyha, Saczal, Maramaros, Zibo, Udvarhely, Soósmezö. — Rumänien: Erdöl bei Moinesti (Moldau) nach Olszewski[1]. — Kurdistan: Erdöl an mehreren Orten. — Asiatische Türkei: Erdöl bei Hit (Pasch. Bagdad). — Ostindien: Erdpech bei Sulgi (Distr. Jhilam) im Sande; Erdöl bei Panoba (Distr. Kohat) in Klüften des Nummulitenkalks; Asphalt und Erdöl, manchmal in nennenswerther Menge im Nummulitenkalke des Districts Rawalpineli und zwar bei Dulla, Boari, Churhut, Gunda, Lundigar und Ruta Otur; Erdöl und Erdgas bei Yenan Douny (Distr. Prome) und Toungboje. — Erdöl in Khatan (Beludschistan). — Erdöl in größerer Menge in Arakan, Assam und Ober-Burma (z. B. Rangun), welche drei Gebiete nach H. B. Medlicott[2]) vielleicht auch mitteltertiär sein können.

2. Mesozoische Gruppe.

4. Kreide.

Spanien: Asphalthaltiger Sand in der Provinz Santander, Distr. Escudo. — Asphalt in der Prov. Soria, Gem. St. Leonardo und Casarejos. — Asphalt in der Prov. Saragossa bei Torrelapaja. — Italien: Erdöl im Neapolitanischen (Tocco, Manopello, Guardagreli, Chieti, Rionero di Molise, Tirriolo, Squillace, Gerace, Zacarise). — Oesterreich-Ungarn: Galizien: Erdöl im Sandsteine zu Ropianka, Mrasznica. Bukowina: Erdöl in Kimpolung, Dichtenitz, Putna, Krasna u. a. O. Ungarn: Arva, Liptau, Komarnik, Mikowa, Luch, Przolina, Soósmezö. — Europ. Rußland: Erdöl bei Telaw und Douchette (südlicher Abhang des Kaukasus). — Russ. Turkestan: Erdöl im Kreise Namangan, ferner bei Chokand.

a) Senon.

Deutschland: Erdöl bei Darfeld (Reg.-Bez. Münster); theerhaltiger Thon bei Badenstedt (Hannover). — Erdöl in der Kreide zwischen Heide, Mehldorf und Hemming (Schleswig-Holstein).

---

[1]) Nach Paul miocän. [2]) Record. geol. Surv. of India 1886, 19, 202.

b) Cenoman.

Syrien: Erdöl und Asphalt im Sandmergel unter Cenomankalken am Ostabhange des Djebel el Dahr. — Palästina: Erdöl und Asphalt im Kalksteine am Ufer des Todten Meeres; Asphaltkalkstein im Antilibanon, an den Quellen des Jordan und bei Hasbeya.

c) Gault.

Schweiz: Asphalt in Val de Travers und an anderen Orten des Canton Neufchâtel (auf secundärer Lagerstätte).

d) Neocom (incl. Wealden).

Portugal: Erdöl- und asphalthaltiger Sandstein in der Provinz Estremadura. — Frankreich: Asphalt-Sand und -Kalkstein bei Pyrimont, Volant und Challonge nächst Seyssel an der Rohne, Dep. l'Ain (Bitumengehalt 8 bis 9 Proc.). — Oesterreich-Ungarn: Schlesien: Erdöl und Asphalt in ganz geringer Menge in kleinen Hohlräumen des Kalksteins in der Umgebung von Skotschau, Grodischt und Bielitz. — Galizien: In den sog. Ropianka-Schichten bei Ropianka, Mrasznica. Sämmtliche Oelvorkommen der Bukowina. — Deutschland: Erdöl in geringer Menge bei Hordorf (Braunschweig) im schwarzen Thone. — Hannover: Erdöl bei Klein-Oedesse im Kalk- und Sandsteine, mit Kohle und Brandschiefer; Erdöl bei Hoheneggelsen, Linden und Oelheim; Erdöl und Bergtheer zwischen hier nnd Badenstedt im Thone; Asphalt bei Ahlfeld und Delligsen. — Die Erdölvorkommen von Argentinien (Selta, Jujuy) und Bolivien gehören zum Theile hierher.

5. Jura.

a) Oberer Jura.

Portugal: Asphalt bei Torres Vadeas, Serra de Cabeço in schieferigen Kalken. — Frankreich: Asphaltkalk bei Orbagnoux, Diablerets, Chavaroche, Pyrimont (Dep. l'Ain). — Deutschland: Asphaltkalk bei Vorwohle, im Wintjen- und am Waltersberge bei Eschershausen (Braunschweig). Erdöl bei Hänigsen (Hannover), im Mergel; Erdöl bei Linden; Bergtheer und Asphalt bei Limmer, im Kalksteine, Mergel und Mergelkalke.

b) Mittlerer Jura.

Deutschland: Erdöl bei Reitling (Braunschweig), im grausandigen Thone. — Erdöl bei Wietze, Steinförde, Weenzen, Verden, im dunkelgrünlichen Thone; bei Linden (Hannover).

c) Unterer Jura.

Deutschland: Erdöl bei Klein-Schöppenstedt und Schöningen (Braunschweig), im dunklen Thone. — Erdöl bei Wietze, Steinförde, Weenzen, Verden (Hannover), im dunkelgrünlichen Thone. — Oesterreich-Ungarn: Die Grestner Schichten Niederösterreichs führen ganz sporadisch schwarzes Erdöl.

6. Rhät.

Deutschland: Erdöl und Asphalt bei Sehnde (Hannover), im Thone. — Oesterreich-Ungarn: Asphalt in schieferigen Einlagerungen des Hauptdolomits bei Seefeld (Tirol). — Argentinien: Erdöl im bituminösen Schiefer bei Mendoza (Prov. Selta). (Nach Dr. Stelzner.)

7. Trias (Obere).

Oesterreich-Ungarn: Unbedeutende Asphalt- und Bergtheerausscheidungen in der Nähe der Raibler Schichten bei Bleiberg und Raibl (Kärnten).

3. Paläozoische Gruppe.

8. Dyas.

Europ. Rußland: Erdöl bei Sukkowo (Zechstein, Gouv. Kasan), bei Michailowka, Kamischli, Schugorowa, Sarabilkowa, Jakuschkino, Nowo-Semeckino (Gouv. Samara).

9. Carbon.

Frankreich: Bei Gabian (Dep. Hérault) Erdöl. — Deutschland: Erdöl in ganz geringen Mengen im Kohlenflötze von Wettin a. S. (Prov. Sachsen). — England: Erdöl im Kohlenflötze von Derbyshire, im Sandsteine bei Shropshire, bei Dawley und Dingle, bei Coalbrookdale unweit Newcastle. — Europ. Rußland: Asphaltkalk auf der Halbinsel von Samara und bei Syrau, beide an der Wolga; wird ausgebeutet. — Pennsylvanien: Gasquellen bei Pittsburg. — Ohio (Ost): Gas in East Liverpool, Neff, Wellsburg; Oel in Macksburg. — Kansas: Bedeutende Gasquellen im Osten des Staates, z. B. bei Jola, Fork Scot, Kansas City, Rosdale.

10. Devon.

Europ. Rußland: Erdöl in größerer Menge an der Uchta (Gouv. Archangel).

a) Ober-Devon.

Pennsylvanien und New-York: Die ergiebigsten Oel- und Gasbrunnen Nordamerikas (Counties: Alleghany, Mc Kean, Warren, Venango, Clarion, Lawrence, Beaver, Armstrong, Buttler). — Ohio und Westvirginien (Counties: Nobel, Washington), Erdöl.

b) Mittel-Devon.

Größere Erdgasmengen in West-Pennsylvanien und Ohio; Erdöl in Tennessee und Kentucky. — Indiana: unbedeutende Erdölvorkommen.

c) Unter-Devon.

Canada: Erdöl bei Enniskillen in bedeutender, bei Gaspé in geringer Menge. — Indiana: Unbedeutende Erdölvorkommen.

11. Silur.

Europ. Rußland: Asphalt bei Baltischport (Esthland).

a) Ober-Silur.

Oesterreich: Erdöl, Bergtheer und Asphalt in geringen Mengen in kleinen Hohlräumen im Kalke Centralböhmens (z. B. Slimenetz, Kuchelbad). — Illinois: Unbedeutende Oelvorkommen bei Chicago. — Ohio: Erdgas bei Fremont.

b) Unter-Silur.

New-York: Erdöl bei Gulderland nahe von Albany; Watertown. — Ohio: Größere Oel- und Gasvorkommen bei Findlay, Bowling Green, Lima, Corey; Gasquellen in den Hancock und Wood Counties. — Kentucky und Tennessee: Im Cumberlands-Gebiete größere Erdölvorkommen. — Canada: Erdöl auf der Insel Grand Manitouline; bei Packenham; bei Rivière à la Rose. — Missouri: Erdöl und Asphalt in der Blei- und Zinkregion (Oronogo, Joplin, Ratis, Newton Co.).

VI. Ursprung.

Hinsichtlich der Entstehung des Erdöles und der hiermit verwandten Bitumina gehen die Anschauungen verschiedener Forscher, Geologen und Chemiker, weit aus einander, abgesehen von jenen mancher Laien, von welch letzteren nur die eines pennsylvanischen „Oilman's“ ihrer Originalität halber hervorgehoben werden möge, nach welcher das amerikanische Erdöl der Urin der Walfische sei, der aus dem Polarbecken in unterirdischen Wegen bis nach Pennsylvanien &c. kam.

Naturgemäß ist es, bei der Erläuterung der interessanten Frage über die Entstehung des Erdöles einzelne Details zu trennen, womit sich diese Frage eigentlich in mehrere auflöst, und zwar:

1) Woraus und
2) durch welche Processe entstand das Erdöl?
3) Wie entstanden die Erdöllagerstätten?

1. Entstehung des Erdöls (ursprüngliches Material).

Die bisherigen Anschauungen, die auch fast alle Möglichkeiten umfassen, setzen für die Erdölbildung voraus entweder:

A. unorganische oder
B. organische Substanzen,

und im letzteren Falle:

a. Kohlenwasserstoffgase,
b. Pflanzen,
c. Thiere,
d. Pflanzen und Thiere.

A. Emanationshypothesen; unorganischer Ursprung.

Das Erdöl aus unorganischen Verbindungen abzuleiten, geschah bisher vorwiegend von Chemikern, welche auch die Processe, die sich hierbei abgespielt haben sollen, mittheilten.

Zuerst war es Berthelot (1866), der annahm, daß sich im Erdinnern durch die gegenseitige Einwirkung von Kohlensäure und Alkalimetallen Acetylüre bilden, die sich in Gegenwart von Wasserstoff in Acetylen (C_2H_2) umwandeln, woraus Erdöl und theerartige Producte entstehen. Später (1869) versuchte er seine Hypothese durch das Experiment zu erhärten.

H. Byasson[1]) (1871) setzt voraus, daß Wasserdampf und Schwefelwasserstoff, Kohlensäure und Eisen bei Weißglühhitze auf einander einwirkten; er hat auf diese Weise im Laboratorium eine flüssige, dem Erdöle ähnliche Verbindung erhalten. Er nimmt an, daß Meerwasser in Erdspalten eindrang, hierbei kohlensäurehaltige Substanzen, insbesondere Meereskalk, mitriß und in sehr großer Tiefe auf weißglühendes Eisen oder auch Schwefeleisen einwirkte.

Einer der hervorragendsten Chemiker der Neuzeit — Mendelejeff[2]) (1877) — geht von der Annahme aus, daß das gluthflüssige Erdinnere Metalle, insbesondere Eisen, enthalte, welche mit Kohlenstoff verbunden sind. Durch Risse tritt Wasser zu diesen Metallcarbureten, wodurch Metalloxyde und Kohlenwasserstoffe gebildet werden. Dieser Anschauung schloß sich der Geologe Abich an, welcher seine Studien nur in den kaukasischen Erdölgebieten durchführte, die scheinbar manche Belege für die Richtigkeit dieser Emanationshypothese bieten. In jüngster Zeit soll es Mendelejeff gelungen sein, auf dem genannten Wege erdölähnliche Kohlenwasserstoffe zu erzeugen.

Cloez[3]) (1877) ließ Schwefelsäure auf die Carburete von Eisen und Mangan, wie solche im Spiegeleisen vorkommen, auf einander einwirken, wodurch er Kohlenwasserstoffe, welche gewissen des Erdöles gleichen, erhielt. Im Jahre 1878 stellte er die gleichen Verbindungen durch die Reaction siedenden Wassers auf eine an Mangan reichere Kohlenstoffverbindung her und hielt alle die Resultate für ausreichend zum Ausbau einer Hypothese über die Entstehung des Erdöles.

Schon A. von Humboldt (1804) huldigte der Emanationstheorie, ohne sich über das „wie?“ der Entstehung des Erdöles auszusprechen. Er beobachtete eine Erdölquelle in der Bai von Cumaux und sagt: „Wenn es als richtig angenommen werden darf, daß weiter östlich, unweit Coriaco, die heißen und submarinen Wasser in so großer Menge auftreten, um die Temperatur des Golfes an der Oberfläche zu beeinflussen, so können wir nicht zweifeln, daß das Erdöl das Product der Destillation in einer immensen Tiefe ist und aus primitiven Gesteinen hervorgeht, unter welchen die Kräfte der ganzen vulcanischen Action liegen.“

Auch Rozet[4]) (1835) nimmt an, daß der Asphalt in Pyrimont aus sehr großer Tiefe stamme, aus welcher er durch Sublimation in seine jetzige

[1]) Memoire de l'origine du Pétrôle. Paris. — Stowell, Petr. Rep. 1887, Nr. 3, p. 3. [2]) Eine deutsche Uebersetzung seiner Arbeit ist auszugsweise von H. Abich im Jahrb. geol. Reichs-Anst. 1879, S. 176 gegeben. [3]) Wagner's Jahresber. 1878, S. 1196. [4]) Soc. géol. de France 1835.

Lagerstätte gelangte. Er bringt diesen Vorgang mit entfernten Basalteruptionen (Java, Burgund, Vogesen) in Verbindung.

S. W. Prott (1846) bringt das Erdölvorkommen bei Bastènes (Südfrankreich) in Verbindung mit den Ophiteruptionen der Pyrenäen. Auch Parran (1854) behauptet, „daß während der Tertiärformation eine asphaltische Periode stattfand, mit welcher die zahlreichen Eruptionen von Basalt und Trachyt als charakteristisch für diese Zeit und als wahrscheinliche Urheber der Destillation verbrennlicher Substanzen im Schooße der Erde in Verbindung zu bringen sein dürften“. Das Asphaltvorkommen zwischen Mons und Auzon leitet er aus der Destillation tieferer Schichten, die brennbare Substanzen enthalten, und zwar aus der unteren Kreide oder dem Carbon (?) ab.

Thoré (1872), welcher das Erdölvorkommen von Saint Boés (Dep. Basses Pyrenées) beschrieb, kommt zu ähnlichem Schlusse wie Prott, da er behauptet, daß der größere Theil des abgelagerten Erdöls mit den Eruptivgesteinen (Ophit) in Beziehung steht, welche als Hauptursache seiner Bildung oder wenigstens seines Erscheinens anzusehen sind.

Die bisher genannten Forscher setzen voraus, daß der ölbildende Proceß in großer Tiefe, z. Th. in der Pyrosphäre, stattfindet, daß die gebildeten Kohlenwasserstoffe durch tief eingreifende Spalten in die Höhe getrieben werden, sich hier zur Flüssigkeit verdichteten und entweder in den Spalten angesammelt blieben oder sich in porösen Gesteinen, welchen sie beim Aufsteigen begegneten, ausbreiteten. Wir haben es also hier mit Emanationshypothesen zu thun. Man kann auf das Zusammenvorkommen von Erdöl mit Brüchen und mit heißen Quellen zur scheinbaren Bestärkung dieser Hypothesen hinweisen. Dieser Proceß müßte sich auch noch in der Gegenwart abspielen, falls die hierzu nothwendigen Agentien nicht erschöpft sind. Es wäre also nach der Emanationshypothese vielorts zu erwarten, daß ein Oelterrain nicht erschöpft werden kann, da ja dasselbe aus großer Tiefe stets neue Zuflüsse empfangen würde. Leider widersprechen dieser sanguinischen Hoffnung die Erfahrungen, die man an vielen Orten, insbesondere in den bisher wichtigsten Erdölgebieten, in jenen Pennsylvaniens, zu machen Gelegenheit hatte.

Die Unhaltbarkeit der erwähnten und ähnlicher Emanationshypothesen läßt sich, abgesehen von dem soeben erwähnten Grunde, aus Folgendem erweisen:

Das Oel, als aus sehr großer Tiefe stammend, müßte eine höhere Temperatur, als man nach der Zunahme der Erdwärme voraussetzen kann, besitzen, was jedoch thatsächlich nicht der Fall ist. Dem gegenüber ließe sich hervorheben, daß das Erdöl schon lange in den von den Zufuhrspalten verquerten Erdschichten eingebettet wurde und so deren Temperatur angenommen habe. Doch wenn dieser alte Vorrath erschöpft ist, so müßten ja in Folge jenes Druckes, der das Oel aus ungewöhnlich großer Tiefe herauf trieb, neue Oelmengen aus der Tiefe emporquellen, welche bedeutend höhere Temperaturen zeigen müßten, was mit der Erfahrung nicht übereinstimmt.

Die heißen Quellen als Richtigkeit für diese Hypothesen anzuführen, wie dies bei Besprechung kaukasischer Verhältnisse wiederholt geschah, ist mit Rücksicht auf die geringe Temperatur des erschlossenen Erdöles, die kaum 2 bis 3° jene des Bodens übersteigt, unzulässig. Diese Thatsachen beweisen vielmehr, daß der Herd der Erdölbildung in geringerer Tiefe gelegen sein müsse. Die Thermen und Oelquellen stehen daselbst überhaupt in gar keiner genetischen Verbindung.

Nach diesen Emanationshypothesen wäre zu erwarten, daß das Erdöl überall dort, wo tiefgreifende Erdspalten nachgewiesen sind, vorkomme, um so mehr, da ja kein Grund vorliegt, anzunehmen, daß die Metallcarburete im Erdinnern nur ganz local entwickelt sind. Diese Voraussetzung trifft jedoch nicht zu; so z. B. sind die Alpen durchzogen von außerordentlich tief eingreifenden Sprüngen, ohne daß mit ihnen Erdöl auftritt.

Eine der größten bekannten Verwerfungen Europas außerhalb der Alpen ist die Eifler Spalte, welche ebenfalls nicht ölführend ist. Auch C. M. Paul und E. Tietze[1]) haben darauf hingewiesen, daß das Erdöl der Karpaten zwar auch auf Spalten vorkommen könne, daß jedoch die bedeutendsten, somit tief eingreifendsten Verschiebungen, wie z. B. jene der Klippenzone, total ölleer sind. Sie heben ferner mit Recht hervor: „Auch im Kaukasus ist es nicht die Region der großen Einsenkungen im Süden des Gebirges, welche durch Petroleumvorkommnisse ausschließlich bezeichnet erscheint; vielmehr gehört das Erdöl daselbst, abgesehen von den größeren und bekannteren Vorkommen an beiden Enden der Kette (Baku, Taman), vielfach auch der nördlichen Abdachung der letzteren an."

In Pennsylvanien findet sich das Erdöl nicht in den Appalachen, wo die Störungen am größten sind und somit auch am tiefsten in das Erdinnere eingreifen, sondern hiervon westlich, woselbst die Anticlinalen außerordentlich flach sind.

Ein anderer Einwand gegen diese Emanationshypothesen ist der, daß sich das Erdöl außerordentlich häufig in Sediment-Gebieten findet, die von jeder vulcanischen Wirkung baar sind, welche denn doch bei Producten, die ihren Ursprung in der Pyrosphäre haben, auch äußerlich durch vulcanische Erscheinungen gekennzeichnet sein müßte. Es sei bloß erwähnt, daß in den Oelregionen Pennsylvaniens, New-Yorks, Canadas, Galiziens u. s. w. Eruptivgesteine gänzlich fehlen. Andererseits finden wir in der Nähe der noch jetzt thätigen Vulcane fast nie nennenswerthe Erdölvorkommen oder Exhalationen von Kohlenwasserstoffgasen. Das Vorkommen von Petroleum in Eruptivgesteinen hat wegen seines seltenen und dann stets höchst spärlichen Vorkommens nur wissenschaftliches und nie technisches Interesse erregt.

In den Karpaten finden sich die reichen Oelgebiete an der an Eruptivgesteinen freien Nordseite — in Galizien —, während an der Südseite, in

[1]) Jahrb. geol. Reichs-Anst. 1879, S. 297.

welcher ausgedehnte Eruptionen stattfanden, entweder gar kein Erdöl oder nur in geringen Mengen in der Nähe der Eruptivgesteine vorkommt. Auch die Thatsache, daß das Erdöl bisher nirgends in den archäischen Schichten[1]), zu deren Bildungszeit noch keine Lebewesen die Erde bevölkerten, gefunden wurde, obzwar sie für die Aufnahme dieser Flüssigkeit ebenfalls geeignet wären, und häufig von Verwerfungen durchzogen sind, weist auf die Unrichtigkeit der Annahme hin, das Erdöl verdanke seine Entstehung Processen, welche sich in großer Tiefe durch Reaction unorganischer Substanzen abspielten. Diese Thatsache unterstützt jedoch jene Hypothesen, welche das Erdöl von Organismen ableiten.

Man wollte die Emanationshypothese auch damit stärken, daß man auf das Zusammenvorkommen von Erdöl- und Schlammvulcanen (Salsen) hinwies. Doch letztere stehen nachgewiesener Maßen mit echten Vulcanen in gar keinem Zusammenhange, und das von ihnen ausgeworfene Material ist bloß den unterliegenden, meist lockeren Schichten entnommen, wie sich dies auch aus den eingehenden mikroskopischen Untersuchungen der organischen Reste durch von Gümbel ergibt.

In den Karpaten ist eines der Erdölvorkommen an Schieferthon (Fischschiefer) gebunden, während die unmittelbar darunter liegenden porösen Sandsteine ölleer sind. Wenn das Erdöl thatsächlich aus der Tiefe heraufgequollen wäre, so hätte es jedenfalls den porösen Sandstein und nicht den darüber lagernden, schwer durchdringbaren Schieferthon imprägnirt. Ueberhaupt giebt es eine Reihe von Erdöl- und anderen Bitumenvorkommen, für welche man zur Annahme gezwungen ist, daß diese Kohlenwasserstoffe sich auch innerhalb bestimmter Schichten bildeten, worauf weiter unten zurückgekommen werden wird, so daß für diese eine Emanation anzunehmen vollends unzulässig ist.

J. L. Piedboeuf[2]) weist darauf hin, daß die einzelnen Verbindungen des Erdöles ihre Condensationspunkte in den Grenzen 0° bis 300° haben. Würden sie aus der Tiefe als Dämpfe emporgedrungen sein, so müßten sie auch in verschiedenen Tiefen, entsprechend den dort herrschenden verschiedenen Temperaturen, condensirt sein, sie könnten also nicht als eine Mischung innerhalb einer Erdschicht vorkommen.

Uebrigens spricht auch die an mehreren Orten nachgewiesene Abwesenheit des Kohlenoxydes in den mit dem Erdöl auftretenden Gasen nicht für die Voraussetzung einer höheren Temperatur bei der Entwickelung des Erdöles. Die erwähnten Thatsachen hinsichtlich des Vorkommens des Erdöles in der Natur sprechen so mannigfaltig und entschieden gegen die Entstehung des Erdöles aus unorganischen Substanzen und gegen die hiermit innigst verbundene Emanations-

---

[1]) Aeltere Beobachtungen von zwei Punkten Südamerikas sind sehr fraglich, insbesondere auch, ob hier das Oel, wenn es überhaupt in archäischen Schichten vorkommt, auf primärer Lagerstätte ist.

[2]) Petroleum Central-Europas rc. Düsseldorf 1883.

hypothese, so daß diesen Voraussetzungen gar keine Berechtigung zugesprochen werden kann.

Mit den erläuterten Anschauungen in naher Verbindung sind jene, welche im Erdöle zwar verdichtete Kohlenwasserstoffgase erkennen, jedoch die Entstehungsart der letzteren ganz unberührt lassen, sich somit weder für noch gegen den unorganischen Ursprung aussprechen. Damit ist eigentlich nur eine halbe Erklärung gegeben.

Diese Richtung wird von einem um die Kenntniß mehrerer Erdölvorkommen, z. B. Rumänien und Albanien, hoch verdienten Geologen, Coquand, vertreten, welcher meint, daß in Folge chemischer Reactionen aus Sumpfgas (CH_4) Erdöl, Bergtheer und Asphalt entstanden sei. Er fand Salsen vergesellschaftet mit dem Vorkommen von Erdöl in Sicilien, in den Apenninen, auf der Halbinsel Taman und in den Ebenen von Rumänien und schloß daraus, daß Schlammvulcane Erdöl und andere Bitumenformen produciren durch Verwandlung von Sumpfgas in dichtere Kohlenwasserstoffe.

Grabowski entwickelt bei der Besprechung der Entstehung des Erdwachses ähnliche Anschauungen. „Sehr wenig ist von seiner Bildungsweise bekannt. Es scheint mir sehr wahrscheinlich zu sein, daß der Ozokerit ein Product der Oxydation und Condensation der Erdöl-Kohlenwasserstoffe ist. . . Durch diese Hypothese würde die Bildung des Erdöles auf eine Oxydation des Sumpfgases zurückgeführt und so die innige Verbindung zwischen Ozokerit, Erdöl und Kohle in der einfachsten Weise dargelegt werden.“

Auch C. H. Hitschkock entwickelte ähnliche Ansichten.

Daß Erdtheer, Erdwachs und Asphalt aus Erdöl durch Verdunstung und Oxydation entstehen können, ist bereits früher (S. 57) erläutert worden, eine Thatsache, welche jedoch mit der Entstehung des Erdöls aus Sumpfgas nichts gemein hat. Dieser Zusammenhang ist eine unbewiesene Voraussetzung. Das Zusammenvorkommen von Sumpfgas mit Erdöl, wie dies theils durch Gasquellen, theils durch Salsen nachweisbar ist, beweist die Entstehung des letzteren aus ersterem ebenso wenig, wie die der Steinkohle aus Sumpfgas, welche ja auch häufig gemeinsam auftreten. Nachdem im Erdöle die Methanreihe in so vielen, auch den untersten Gliedern, vertreten ist, so kann es einen Chemiker nicht befremden, wenn auch das erste Glied, das Sumpfgas, darin vorkommt, welches jedoch sofort entweicht, sobald der große Druck, unter welchem es innerhalb der Erdkruste stand, aufhört.

Soweit diese Erklärungsversuche auch die Emanationshypothese voraussetzen, gelten hierfür zum Theil auch jene Einwürfe, welche gegen diese erhoben wurden.

Mehrere Autoren weisen auf das häufige Zusammenvorkommen von Salzwasser und Erdöl und auf die Kohlenwasserstoffeinschlüsse mancher Steinsalzarten, z. B. des Knistersalzes in Wieliczka, hin. Sie citiren Dumas, H. Rose und G. Bischof als jene, welche auf Basis dieser Untersuchungen eine Hypo-

these aufgestellt hätten, daß aus diesen Gaseinschlüssen das Erdöl entstanden wäre oder entstanden sein könnte. Dies beruht auf einem mir ganz unerklärlichen Irrthume; um denselben für immer zu beheben, gebe ich im Kurzen dasjenige wieder, was die drei hervorragenden Chemiker in dieser Frage veröffentlichten.

J. Dumas[1]) hat zuerst, durch Boué's Einsendung aufmerksam gemacht, die Gaseinschlüsse des Knistersalzes von Wieliczka untersucht und nur constatirt, daß hier ein brennbares Gas vorliegt, welches in stark comprimirtem Zustande in dem wolkigen Steinsalze eingeschlossen sein muß. Sowohl er als auch J. C. Poggendorff machen in Fußnoten auf das mehrerenorts nachgewiesene Zusammenvorkommen derartiger brennbarer Gase und Steinsalzlagerstätten oder Soolquellen aufmerksam, ohne hieraus einen Schluß auf genetische Beziehungen zwischen diesen beiden, noch weniger zwischen Steinsalz und Erdöl zu ziehen. H. Rose[2]) bernft sich auf die Untersuchungen Dumas' über das Knistersalz von Wieliczka und setzt dieselben fort, ohne zu einem endgiltigen Resultate über die Zusammensetzung dieses Gases zu gelangen; es besteht jedenfalls aus Wasserstoff und Kohlenoxyd, doch läßt die Rechnung nicht sicher entscheiden, ob überdies ölbildendes Gas oder Sumpfgas oder ein ähnlicher Kohlenwasserstoff vorhanden ist. Er vermuthet, daß das eingeschlossene Gas verdichtet, und zwar flüssig oder fest ist. Ueber die Entstehung des Erdöls oder gar seiner Lagerstätten wird ebenfalls nichts erwähnt.

Der dritte der citirten Autoren, nämlich Gust. Bischof[3]), giebt die Analyse des in Wieliczkaer Knistersalz eingeschlossenen Gases von Bunsen, aus welcher hervorgeht, daß es vorwiegend (84,6 Proc.) aus Kohlenwasserstoff besteht, und weist ebenfalls darauf hin, daß das Gas in einem stark comprimirten Zustande eingeschlossen sein muß. Auch er zieht keinen genetischen Schluß und erwähnt einen etwaigen Zusammenhang dieser Gaseinschlüsse mit Erdöl auch nicht mit einem Worte.

Es ist somit ganz unbegründet, wenn man J. Dumas, H. Rose und G. Bischof eine Hypothese, welche das Erdöl aus Kohlenwasserstoffeinschlüssen im Steinsalze entstehen läßt, zuschreibt.

Etwaige Beziehungen zwischen der Entstehung des Erdöls und des Mitvorkommens von salzigen Wassern versuchten zuerst Ochsenius und Dr. E. Pfeiffer zu ergründen. Letzterer[4]) weist auf die gute und lange Erhaltung der Zimmerung in den Salzbergbauen hin und setzt voraus, daß Baumstämme und dergleichen organische Reste durch eine salzige Schlammfluth überdeckt wurden, wodurch ganz abnorme Zersetzungsbedingungen geschaffen wurden. Die Entstehung eines sauerstofffreien Erdöls läßt sich durch sauerstoffabsorbirende Verbindungen des Eisens, welche im Schlamme vorhanden sind, erklären.

[1]) Ann. chim. phys. 43, 316, durch Poggendorff's Ann. (1830) g. F. 94, 600. [2]) Poggendorff's Ann. (1839) 48, 353. [3]) Lehrb. chem. physik. Geologie. 2. Aufl. 1, 742. [4]) Natur, 1882, S. 246.

K. Ochsenius [1]), die Priorität einer ähnlichen Hypothese beanspruchend, entwickelte seine Anschauung dahin, daß sich in einem abgeschnürten Uferbecken die Concentration des Meerwassers bis zur Anreicherung der Mutterlaugensalze steigern und dann die Barre durchbrechen konnte; erreichte diese Mutterlauge Meerestheile mit üppig entwickelter Fauna und Flora, so wurde mit einem Schlage alles Leben vernichtet; insbesondere die Leichen der unzähligen großen und kleinen Thiere, von dem miteinbrechenden Thon und Detritus überdeckt, fielen einem eigenthümlichen Verwesungsproceß anheim, welcher die Kohlenwasserstoffe des Erdöls gab.

Es sind Petroleumlagerstätten in der Nähe und im gleichen geologischen Horizonte der Salzlagerstätten bekannt, wie z. B. am Nordfuße der Karpaten (Boryslaw). Für derartige Zusammenvorkommen verdient diese Hypothese jedenfalls weitere Beachtung und Prüfung. Doch auch dort, wo ein derartiges Nebeneinandersein der beiden verschiedenen Vorkommen dermalen nicht mehr nachweisbar ist, ist es immerhin denkbar, daß die Salzlagerstätte, weil nicht genügend gegen ihre Zerstörung durch Lösen geschützt, späterhin verschwand.

Die beiden letzterwähnten, schon an dieser Stelle eingeschalteten Hypothesen, welche eine Beziehung zwischen den Erdöl- und Salzlagerstätten zu erklären versuchen, enthalten sich ebenfalls jedweder Annahme, welche auf die Emanation von Sumpfgas basirt.

B. Organischer Ursprung.

Gegen die Abstammung des Erdöles aus unorganischen Verbindungen bestehen so viele und wesentliche Bedenken, so daß alle derartigen Hypothesen keine Berechtigung mehr besitzen. Die weitaus größte Mehrzahl der mit der Frage des Erdölursprunges sich eingehender beschäftigenden Geologen kam zu dem Resultate, daß derselbe auf organische Substanzen bezogen werden müsse; doch gehen die Meinungen, ob es pflanzliche oder thierische Reste seien, welche durch ihre Zersetzung das Erdöl geliefert haben, aus einander.

a) Aus Pflanzen und Mineralkohlen.

Diejenigen, welche den pflanzlichen Ursprung voraussetzen, leiten das Erdöl theils aus Meerespflanzen (Algen), theils aus Sumpfpflanzen (Torflagern), theils von Landpflanzen ab, theils auch von den Mineralkohlen, welche — und darüber können die Acten als abgeschlossen betrachtet werden — denn doch nur umgewandelte Pflanzenreste sind.

Im Osten Nordamerikas, in den Hauptproductionsgebieten des Petroleums, finden sich unter den Carbonschichten nur marine Bildungen, welche auch das

[1]) Natur, 1882, S. 350.

Oel führen. Daselbst war somit die Ableitung des letzteren von Landpflanzen oder von Kohlenflötzen in vorhinein ausgeschlossen.

Das pennsylvanische Erdöl ist nach Lesquereux aus marinen Algen entstanden, welche unter Meerwasser, dem die die Oelquellen begleitenden Soolwässer entstammten, Gase und bituminöse Stoffe lieferten, welch letztere, durch überlagerte Gebirgsschichten eingeschlossen, das Erdöl bildeten.

Dieser devonische Fucoidenschiefer, welcher sich vorwiegend an dem Ufer des Eriesees findet, liegt zwischen dem Corniferouskalke und der eigentlichen Oelzone (Chemung-Gruppe).

Abgesehen davon, daß in neuerer Zeit viele wulstartige Reste, welche vordem für Fucoiden gehalten wurden, sich als die Kriechspuren von Mollusken erwiesen, so muß betont werden, daß echte Fucoiden sich nicht bloß in den Oelschichten von Pennsylvanien, sondern auch in jenen der Karpaten vorfinden; während jedoch in Amerika die Fucoiden in gewissen Schichten häufig vorkommen, sind sie in den Karpaten überhaupt nur in gewissen Oelniveaus und zugleich hier so überaus spärlich vorhanden, daß es undenkbar ist, sie als die Quelle des Erdöles anzunehmen. In gleicher Häufigkeit, ja local noch häufiger als in den Karpaten, finden wir in gleichen Schichten dieselben Fucoidenreste im Wiener Sandsteine des nördlichen Alpenfußes, so z. B. bei Waidhofen an der Ybbs, ohne daß die Schiefer bituminös, geschweige denn ölführend wären. Hieraus geht doch zweifelsohne hervor, daß die Fucoiden mit der Entstehung des Erdöles gar nichts zu schaffen haben. Es ist mir überhaupt nicht bekannt, daß ein Gestein in Europa, welches von organischen Resten nur Fucoiden führt, bituminös oder ölhaltig sei.

Mit Vorliebe wird bei derartigen Hypothesen auf die reichlichen Tangenansammlungen im atlantischen und großen Ocean, welche unter dem Namen Sargasso-Meer bekannt sind, hingewiesen; doch haben die Untersuchungen des Expeditionsschiffes „Talisman“ (1883) u. a. evident constatirt, daß diese sog. Anhäufungen gar nicht bestehen, sondern daß sich dort nur vereinzelte Fragmente abgestorbener und bereits in Verwesung begriffener, von den Winden und Meeresströmungen zusammengeführter Tangen vorfinden, wie dies auch O. Kunze[1]) bestätigte. Die Dreggungen des genannten Schiffes ergaben, daß der Boden des Sargasso-Meeres aus einem sehr feinen Schlamme von bimssteinartiger Natur mit Bimssteintrümmern und aus vulcanischem Gesteine besteht, so daß die in Zerstörung begriffenen Tangen den Meeresgrund gar nicht zu erreichen scheinen.

Es ist bekannt, daß Mohr, und mit ihm manche Andere, aus solchen Tangenhäufungen, die untersanken, auch die Bildung von Kohlenflötzen abzuleiten versuchte. Wenn auch die Hypothese als unhaltbar verlassen oder gar nicht weiter berücksichtigt wurde, so muß ihr doch das eine zugestanden werden,

---

[1]) Zincken, Geol. Horiz. foss. Kohlen rc. S. 119.

daß Algen bei allmäliger Veränderung unter Luftabschluß, also bei einer Art trockener Destillation, in Kohle überführt werden können. Auch für die Bildung des Erdöles aus Algen mußte ein ganz analoger Vorgang vorausgesetzt werden, es hätte sich somit bei diesem Erdöl und Kohle gebildet. Nun finden wir jedoch in Pennsylvanien weder in noch unter den ölführenden Schichten Kohlenlager, welche mit Rücksicht auf die imposanten Oelmengen doch auch von größerer Ausdehnung sein müßten. Weder Lesquereux noch andere geologische Beobachter berichten, daß innerhalb der devonischen Fucoidenschichten Kohlenanhäufungen vorkommen. T. Sterry Hunt erwähnt wohl einer hier und da an der Basis der Hamiltonformation in Ontario angetroffenen schwachen, schwarzen Lage; doch fehlen hier die sog. bituminösen Schiefer gänzlich.

Auch diese Erwägungen bestimmen uns, die Hypothese, Erdöl sei aus Fucoiden entstanden, abzulehnen.

Das Erdöl wurde auch als durch die Zersetzung der Torfpflanzen entstanden erklärt. Einer der hervorragendsten Vertreter dieser Hypothese ist E. W. Binney, welcher in einem englischen Torflager, dem Down Holland Moss, beobachtete, daß die unteren Partien in eine eigenthümliche bituminisirte Masse umgewandelt waren und fährt fort: „Das einzige bemerkenswerthe Gebilde in der oberen Torfschicht des westlichen Theiles, welcher mit einer Sandlage bedeckt und wahrscheinlich einige Zeit der Infiltration von Seewasser ausgesetzt gewesen ist. . .“ Diese Verhältnisse, in Verbindung gebracht mit der Thatsache, daß Erdöl in meistens großer Menge an der Grenze der Sandschicht angetroffen wird, führen zu dem Schlusse, daß dasselbe gebildet worden ist durch Zersetzung der oberen Torfschicht unter dem Sande. Binney nimmt eine allmälige Verbrennung des Torfes an, bei welcher, analog der destructiven Destillation in Retorten, sich Kohlenwasserstoffe bildeten.

Eigenthümlich ist es, daß sich diese Erdölbildung nur dort beobachten ließ, wo der Sand vorkommt und wo Binney eine Einwirkung des Seewassers vermuthet. Auch in vielen anderen continentalen Torflagern wurden Sandeinlagerungen nachgewiesen, ohne daß eine Erdölbildung stattfand. Es scheint also die eigentliche Veranlassung der Einfluß des Seewassers gewesen zu sein, welches jedoch auch thierische Organismen zugeführt haben kann, so daß auch auf diese die Bildung von Erdöl bezogen werden kann.

Der von Binney vorausgesetzte Proceß der allmäligen Umänderung des Torfes spielt sich ebenso wie im Down Holland Moss in allen Mooren ab, ohne daß man nennenswerthe Petroleummengen aufgefunden hat. Und wenn auch diese gegen Binney's Hypothese vorliegenden Thatsachen nicht vorhanden wären, so ist es doch zweifellos, daß bei diesem Processe auch Lignit und aus diesem andere Mineralkohlen entstehen mußten, welche weder in Pennsylvanien, noch in Galizien oder in Hannover, noch im Elsaß und Baku ꝛc. in oder besser unter den Oelgebieten vorgefunden wurden. Es ist somit Binney's Annahme nicht zulässig.

Auch G. P. Wall und Krüger[1]) (1860) leiten das Erdöl von der Holzsubstanz ab und berufen sich hierbei auf ihre Beobachtungen über das Erdpechvorkommen auf Trinidad. Folgen wir der Beschreibung des Ersteren: „Der Asphalt von Trinidad liegt fast durchweg zerstreut in der oberen Newer Pariangruppe (Tertiärformation). Befindet er sich in situ, so ist er in besondere Schichten eingebettet, welche ursprünglich Schiefer mit einer bestimmten Menge von vegetabilischen Resten waren. Die organische Substanz hat eine specielle Mineralisation erlitten, durch welche aus den gewöhnlichen kohligen Substanzen bituminöse entstanden sind. Diese Umwandlung ist nicht durch Hitze bewirkt, noch durch eine Destillation, sondern ist das Resultat der chemischen Action bei gewöhnlicher Temperatur und unter den normalen Verhältnissen des Klimas. Als Beweis, daß dieses die wirkliche Weise der Bildung der Asphaltablagerungen ist, ist die Art der Vertheilung derselben in den Schichten und sind die unzähligen Pflanzenreste im Zustande der Umwandlung mit mehr oder weniger zerstörter organischer Structur anzusehen. Nach Entfernung der bituminösen Substanz durch deren Auflösung wird unter dem Mikroskope eine wesentliche Veränderung und Corrosion der Pflanzenzellen bemerkbar, welche in einer andern Form der Mineralisation des Holzes nicht beobachtet wird. Eine Eigenthümlichkeit des gebildeten Asphalts ist die Annahme einer plastischen Beschaffenheit, mit welcher sein häufiges Hervortreten an die Erdoberfläche theilweise in Beziehung steht.“ Wo letztere muldenförmig ist, sammeln sich, wie im bekannten „Pechsee“, die Bergtheermassen an.

Die Veränderung der Holzstructur in einer Tertiärschicht wird Niemand befremden, da man weiß, daß ganz analoge Wandlungen auch bei der Umbildung der Holzfaser in der Mineralkohle vorkommen. Also aus diesen Structuränderungen darf noch nicht geschlossen werden, daß aus der Holzsubstanz das Erdöl, bezw. der Bergtheer gebildet wurde.

Wir wollen hier auf die Untersuchungen von T. Rupert Jones hinweisen, welcher aus dem Asphaltsande von Trinidad durch Kochen mit Terpentinöl das Bitumen extrahirte und im Rückstande lose Orbitoiden und Nummulinen mit einigen anderen Foraminiferen fand. Beim Behandeln dieses aus Thierresten bestehenden Rückstandes mit Säuren verblieb eine kleine Menge von dunkelgrauem Sande und rundlichen Quarzkörnern. Nach dieser Beobachtung sind es also fast ausschließlich thierische Reste, welche das Bitumen von Trinidad begleiten.

So lange von dieser Localität keine weiteren, eingehenden Beobachtungen vorliegen, ist es vorzuziehen, dieselbe nicht weiter zu berücksichtigen, da die jetzige Kenntniß die Frage, ob der dortige Bergtheer pflanzlichen oder thierischen Ursprungs sei, nicht sicher zu beantworten vermag.

---

[1]) Proc. geol. Soc. of London. Mai 1860.

J. P. Lesley[1]) (1865) vermuthete, daß das in den untercarbonischen Conglomeraten Kentuckys mit vielen Pflanzenresten auftretende Erdöl vegetabilischen Ursprungs sei, obzwar er in derselben Abhandlung im Allgemeinen zugesteht, daß das Petroleum auch aus Thierresten entstanden sein kann.

Auch Peckham ist geneigt, manche, und zwar die stickstofffreien Erdöle, wie z. B. das pennsylvanische, aus der Zersetzung von Pflanzen (Fucoiden) abzuleiten.

Eine Reihe von Forschern nimmt an, daß die Bildung des Erdöles mit jener der Mineralkohle in inniger Verbindung stehe oder daß ersteres aus letzterer entstanden sei. v. Kobell schloß sich dieser Ansicht ebenfalls an, vermuthet jedoch, daß die Kohlen alles Bitumen verloren haben müßten, so daß Anthrazit als der Destillationsrückstand anzusehen sei. Dieser Anschauung tritt Reichenbach[2]) mit dem Hinweise entgegen, daß das aus Steinkohlen erhaltene Destillat vom Erdöle völlig verschieden sei, und weist auf den Mangel von Paraffin und Eupion im letzteren hin, — ein Einwand, der jedoch durch den Nachweis dieser Substanzen in Ranguntheere wenigstens für diesen behoben wurde. Wie bekannt, wurde später in den meisten Erdölen Paraffin nachgewiesen. Reichenbach (1834) erhielt durch destructive Destillation der Steinkohle mit Wasser in sehr geringer Menge ($^1/_{3200}$ Proc.) ein Oel, welches dem Terpentinöl und dem Erdöl von Amiano (Italien) sehr ähnlich war, weshalb er annahm, daß dieses, das Terpentinöl der vorweltlichen Pinien, in den Kohlen fertig gebildet sei und durch die Erdwärme aus den letzteren abgeschieden wurde.

Daubrée setzte Holzstücke der Einwirkung des überhitzten Dampfes aus, wodurch dieselben in Lignit, Kohle oder Anthrazit verwandelt wurden, je nach der Temperatur, und erhielt überdies noch flüssige und flüchtige Producte, welche natürlichem Bitumen glichen und den charakteristischen Geruch des Erdöls von Pechelbronn (Elsaß) entwickelten. Er knüpft hieran die Bemerkung, daß die Bitumina wahrscheinlich doch von vegetabilischen Substanzen abstammen; sie scheinen nicht das einfache Product der trockenen Destillation, sondern unter der Mitwirkung von Wasser und vielleicht unter Druck gebildet zu sein, wobei Graphit als das letzte Product der Umwandlung anzusehen ist.

Es sei hier noch hervorgehoben, daß man mit dem Erdöle mehr oder weniger verwandte Bitumina, wenn auch sehr selten und dann in der Regel auch sehr spärlich, in manchen Mineralkohlenflötzen eingeschlossen findet, so daß sie aus denselben herausträufeln. Am bekanntesten sind die Funde im englischen Steinkohlengebiete von Shropshire, wo bei Wombridge nahe von Broseley zu Beginn des 18. Jahrhunderts täglich 3 Faß Erdöl gesammelt worden sein sollen; in den Schächten von Dawley und The Dingle träufelte das Erdöl so stark, daß sich die Bergleute durch Bretter dagegen schützten. Hierzu muß jedoch bemerkt

---

[1]) The existence of the petroleum in the eastern coalfield of Kentucky. Am. Philos. Soc. 1865. [2]) Neues Jahrb. der Phys. u. Chem. 1833, S. 19.

werden, daß nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, das Oel stets aus dem Flötze träufelte, sondern aus Spalten eines zerklüfteten Sandsteines innerhalb der Kohlenformation; dies gilt insbesondere von dem oft citirten Wombridge (Coal Port). Es sind wohl Fälle bekannt, wo, wie z. B. im nachbarlichen Flintshire (Buckley Mountain), aus einer Cännelkohle eine erdölähnliche Flüssigkeit tropfte; doch kommen unmittelbar mit dieser Kohle auch stets bituminöse Schieferthone vor, welche mit unzähligen Fischresten erfüllt sind, so daß es sehr wahrscheinlich ist, daß nicht bloß das austräufelnde Oel, sondern auch das Bitumen der Cännelkohle auf die thierischen Reste bezogen werden muß[1]). Auch in den lignitischen Braunkohlen von Köflach (Steiermark) wurde jüngst durch Herrn Berginspector Karner eine kleine Menge dunkelbraunen flüssigen Bitumens gesammelt.

Dr. E. Röhrig erwähnt einen ähnlichen Fund vom Fissenberg bei Oedesse, woselbst Erdöl in der Wälderthonkohle gefunden wurde. v. Strombeck hat auch das Erdöl der norddeutschen Ebene aus diesem Kohlenvorkommen abgeleitet.

Wenn das Erdöl thatsächlich das Destillationsproduct der Mineralkohle ist, so ist es außerordentlich befremdend, daß sich ersteres so überaus selten und fast stets nur in minimalen Mengen in und mit den Kohlenflötzen vorfindet. Wo letztere vorhanden sind, fehlen ergiebige Oelfunde gänzlich.

In Pennsylvanien liegen die Kohlenfelder mehrere Meilen von den Oelgebieten entfernt, und zwar erstere über letzteren. Nachdem nun die Destillationsproducte empor- und nicht niedersteigen, so können hier diese beiden organischen Substanzen auch in keinen genetischen Zusammenhang gebracht werden. Unter den devonischen Oelschichten Pennsylvaniens und New-Yorks wurde nirgends ein Kohlenflötz constatirt, ja es fehlen sogar alle Anhaltspunkte, ein solches in diesen tiefsten Schichten zu vermuthen. Diese Thatsachen dürften auch die Ursache sein, weshalb keiner der amerikanischen Geologen oder Chemiker die Kohle mit dem Erdöle in genetische Verbindung gebracht hat.

Andererseits finden wir in den Anthrazit- und Kohlenfeldern Nordamerikas auch kein Erdöl, wenigstens keines in nennenswerthen Quantitäten, so daß man für die große Union Nordamerikas und für Canada zu der Ueberzeugung gelangt, daß sich Kohle und Erdöl gegenseitig fast völlig ausschließen.

Es ist auch anderwärts auf der Erde keine Beobachtung gemacht worden, welche diesem Satze direct widerspricht.

So z. B. leitete v. Hochstetter[2]), dem sich auch Castendyk[3]) und Windakiewicz[4]) anschlossen, welch' Letzterer sich um die Kenntniß der galizischen Petroleumverhältnisse viele Verdienste erwarb, das Erdöl in den Karpaten von unterteufenden Steinkohlenflötzen ab. Dieser Anschauung traten jedoch C. M. Paul und E. Tietze[5]), welche die gesammte Karpatengeologie in

[1]) Davies, Earthy and other minerals 1884, p. 209. [2]) Jahrb. geol. Reichs-Anst. 1865, S. 206. [3]) Oesterr. Zeitschr. f. Berg-Hüttenw. 1873, S. 365. [4]) Jahrb. f. Bergakad. 1875, S. 1. [5]) Jahrb. geol. Reichs-Anst. 1879, S. 300.

hervorragender Weise gefördert haben, ganz entschieden mit überzeugenden Gründen entgegen.

Ostgalizien producirt dermalen die meisten Oelmengen. Nördlich von der Karpatenzone sind durch die tiefen Rinnsale des Dniestr und seiner Zuflüsse unmittelbar über den Silur- und Devonschichten die Kreideschichten entblößt. Auf der Südseite dieses Karpatentheiles, in der Bukowina und im Flußgebiete des Vissos, finden wir über dem Glimmerschiefer unmittelbar flötzleere Dyas- und Triasschichten gelagert, so daß wir nicht berechtigt sind, unterhalb der Ostkarpaten die Steinkohlenformation oder gar Steinkohlenflötze vorauszusetzen.

Ebenso wurde in dem hiervon weiter nordwestlich gelegenen Aufbruche der älteren Sedimente, im Tatragebirge, keine Spur von Carbonschichten aufgefunden. Hingegen sind in den Vorbergen des westlichsten Theils der schlesisch-galizischen Karpaten, in der Gegend von Karwin und Mährisch-Ostrau, die Schichten des productiven Steinkohlengebirges aufgeschlossen, und die Vermuthung, daß sie den Karpatensandstein unterteufen, wäre nicht auszuschließen. Doch fehlen gerade hier Oelfunde. Der nächste derselben, in Klenczany, liegt von Karwin 20 Meilen ostwärts.

Also auch in den Karpaten schließt sich Mineralkohle, und zwar hier in tieferen und Erdöl in höheren Schichten völlig aus. Auch das norddeutsche Oelvorkommen wurde von verschiedenen Autoren von den Kohlenflötzen der darunterliegenden Steinkohlenformation abgeleitet. Abgesehen davon, daß es ganz fraglich ist, ob dieselbe unterhalb der Oelvorkommen flötzführend ist, daß somit ein Herd, ein Material vorausgesetzt wird, dessen Vorhandensein gar nicht erwiesen ist, so bleibt es überhaupt unergründlich, daß die aufsteigenden Destillationsproducte in den mächtigen Dyas-, Trias- und noch jüngeren Sandsteinen sich nicht condensirten, obzwar dies doch viel bessere Oelschwämme sind, als die Thone und ähnliche Gesteine, in welchen sich das Erdöl und Erdpech häufig findet. In Deutschland lagert Bitumen, abgesehen von dem Vorkommen in Klüften und damit communicirenden Reservoirs, in mehreren über einander liegenden primären Lagerstätten, wie dies aus den Untersuchungen H. Credner's und Erb's hervorgeht. Da diese jedoch meist Thon- und ähnlichen Schichten, welche das Oel fest gebunden halten, angehören, so ist hieraus auch die oftmals constatirte geringe Ergiebigkeit, trotzdem die ersten Anzeichen so günstig waren, erklärlich.

Es sei noch bemerkt, daß weder die Steinkohlenflötze in Oesterreichisch-Schlesien, noch jene im Westen Norddeutschlands ölführend sind.

Gegen die Ableitung des Erdöls von der Steinkohle spricht auch ein gut' Theil jener Gründe, welche gegen die Emanationshypothesen, zu welchen sie in mancher Hinsicht zu stellen ist, angeführt wurden. Da sich das Erdöl nicht in den Mineralkohlenflötzen, sondern hiervon weit entfernt in Gesteinen, insbesondere Sandstein, vorfindet, so wäre es stets nur auf secundärer Lagerstätte. Gegen diese Annahme bestehen jedoch für manche Vorkommen ganz bedeutende Bedenken, die später Erörterung finden werden.

Nachdem also alle Gründe gegen die Annahme der Entstehung des Erdöls aus Kohlen sprechen, so kann es nicht gebilligt werden, daß in neuerer Zeit das Rohöl manchmal in der amerikanischen Literatur coal oil genannt wird.

Ein anderer, in früherer Zeit wiederholt gemachter Einwurf gegen die Entstehung des Erdöls aus der Kohle besteht darin, daß die durch trockene Destillation der letzteren oder der bituminösen Schiefer erzeugten Oele neben gesättigten viele ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Glieder der Benzolreihe, Säuren (Phenol, Kresol rc.), Ammoniumverbindungen, Naphthalin, Anthracen rc., die dem Erdöl fehlen, enthalten; doch wies bereits B. Kerl bei der Besprechung dieser Frage auf die Untersuchungen J. A. Le Bel's hin, nach welchen die ungesättigten Kohlenwasserstoffe in Berührung mit Wasser sich langsam verändern, so daß die Annahme erlaubt ist, daß ein Gleiches später auch mit den ungesättigten Kohlenwasserstoffen der Destillate der Fall war.

Diese Bemerkung B. Kerl's bezieht sich überhaupt auf alle ungesättigten Kohlenwasserstoffe, unbekümmert um ihren Ursprung.

b) Aus Thieren[1]).

Die Hypothese, nach welcher das Erdöl der Zersetzung thierischer Reste entstammt, gewinnt stetig mehr Anhänger, und zwar in dem Maße, als sich unsere Kenntnisse über die geologischen Verhältnisse des Erdöles erweitern und vertiefen.

Schon Leopold von Buch hat in den dreißiger Jahren des jetzigen Jahrhunderts den bedeutenden Bitumengehalt der schwäbischen, oberliasischen Schiefer aus den reichlich eingeschlossenen Thierresten abgeleitet.

Bertels sprach zuerst die Ansicht aus, daß das kaukasische Oel durch die Zersetzung von Mollusken entstanden sei.

Auch Müller nimmt an, daß sich am Grunde der früheren Meere zahllose Thierleichen ansammelten, die, von Schlamm bedeckt, allmälig zersetzt wurden und so das Erdöl bildeten, welches sich am Meeresgrunde ansammelte und die überlagernden Schichten durchdrängte.

Whitney weist auf die ausgedehnten marinen Infusoriengesteine der pacifischen Küste hin und leitet die californischen flüssigen und festen Bitumina von der Zersetzung der Infusorien ab.

Auch T. Sterry Hunt legt den thierischen Resten bei der Entscheidung der erläuterten genetischen Frage eine große Bedeutung bei. Er hebt hervor, daß bei Packenham (Canada) die Trentonkalke (Silur) große Orthoceratiten enthalten, deren Wohnkammern mitunter mit mehreren Unzen Erdöl erfüllt sind. Aus den fossilen Korallen des Birdseykalksteines bei Rivière à la Rose, Montmorency County (Canada) schmilzt das Erdöl heraus. In dem unter-

[1]) Höfer, Petroleumindustrie Nordamerikas. 1877, S. 83.

devonischen Corniferouskalke, dem in Canada ergiebigsten Petroleumniveau, sind die Zellen der hornförmigen fossilen Korallen (Zaphrentis) häufig mit Erdöl erfüllt, so auch die Zellen von Heliophyllum und Favosites in gewissen Schichten bei Bertie, gegenüber Buffalo. Andere derartige Vorkommen in Kalksteinen, in welchen nur thierische und keine pflanzlichen Reste vorhanden sind, und innerhalb deren nach den Erörterungen Hunt's das Erdöl entstanden sein muß, führt der genannte Autor noch mehrere an. Wenn dieser auch nur davon spricht, daß das Petroleum an Ort und Stelle aus organischen Resten entstanden sei, so kann mit Rücksicht darauf, daß hier nur thierische vorhanden sind, über deren Natur kein Zweifel sein.

Sehr entschieden für den thierischen Ursprung fast aller Bitumina tritt Ch. Knar (1866) gelegentlich der Besprechung des Asphalts in Val de Travers (Schweiz) ein. Seine Schlußfolgerungen bieten so viel des Interessanten, daß sie wortgetreu wiedergegeben zu werden verdienen:

1. „Asphalt (mit Bitumen imprägnirter Kalkstein) ist entstanden aus der Zersetzung von Molluskenschichten in einem Tiefsee, welche unter sehr hohem Drucke und bei einer hohen Temperatur sich vollzog.

2. „Das starre Bitumen ist auch gebildet worden durch Zersetzung gewisser Mollusken oder Crustaceen in einem flachen Meere bei hoher Temperatur, aber bei einem Drucke, welcher ungenügend war, um die Schalen mit Bitumen zu imprägniren.

3. „Erdöl wird gebildet durch die Zersetzung von Mollusken unter Wasser, eine Zersetzung, welche sich vollzog bei einer Temperatur, welche zu niedrig war, um sie in Asphalt zu verwandeln, aber unter einem mehr oder weniger beträchtlichen Drucke.

4. „Die Schichten des weißen Kalksteines, welche aus der Anhäufung von fossilen Ostreen hervorgingen und welche weder Asphalt noch Erdöl einschließen, sind unter solchen Verhältnissen gebildet worden, daß die Producte der Zersetzung der thierischen Organismen als Dämpfe entweichen konnten.

5. „Pyroschiste (bitumes fixes) sind durch die Zersetzung von Pflanzen gebildet worden, während alle die vorher aufgeführten Bitumina animalischen Ursprunges sind."

Peckham nimmt für die Erdöle in Californien, Texas, West-Virginien u. a. m., in welchen Stickstoffverbindungen nachgewiesen wurden, ebenfalls thierischen Ursprung an.

Auch C. Zincken[1]) (1883) gelangt bei seinen allgemeinen Betrachtungen über den Ursprung des Petroleums zu dem Resultate, daß „in den bei weitem meisten Fällen" derselbe von animalischen Resten abgeleitet werden muß. Er schreibt hierüber: „Die bituminösen Schiefer, Kalke und Mergel, welche als der Herd der Erzeugung des Erdöls anzusehen sind, enthalten neben Fisch- und

[1]) Geol. Horiz. d. foss. Kohlen ꝛc. S. 121.

Molluskenresten die Fette unfossilirbarer thierischer Organismen, an welchen das jetzige Meer so reich ist, und von welchen die früheren Meere noch größere Quantitäten geführt haben mögen.

Zu solchen Fett hinterlassenden unfossilirbaren Thierformen könnten nach der handschriftlichen Mittheilung des Zoologen R. Leuckart gerechnet werden: Infusorien mit Einschluß der Noctiluten, Aktinien, weiche Polypen, Medusen, Würmer mit Einschluß der Gephyreen, Nacktschnecken, schalenlose Cephalopoden, möglicher Weise kleine Krebse mit weichen Schalen, wie Daphniaden, Cyklopen (resp. Cladoceren und Copepoden), welche in ungeheurer Menge die Meere bewohnen. Die Leichen der Fett liefernden Thiere, welche, entweder an Ort und Stelle entstanden oder angeschwemmt, in großen Massen auf dem Meeresboden viele Jahrtausende hindurch sich werden angehäuft haben, wurden von den durch Fluthen herbeigeführten und dann sich absetzenden Thon- und Kalkschlammmassen bedeckt und aufbewahrt, ein Vorgang, welcher nach Umständen sich oft wiederholt haben mag.

Die Kalkschalen vieler Muscheln ꝛc. werden in den tiefen Meeren durch die Kohlensäure des Wassers aufgelöst worden sein, so daß nur der weiche Thierkörper übrig blieb und zur Ablagerung fettliefernder Thiersubstanz beitragen konnte, aus welcher durch Zersetzung das Erdöl hervorging. Der Kohlensäuregehalt der früheren Meere dürfte ein noch größerer gewesen sein, als derjenige des jetzigen Meeres ist."

Nach O. Fraas entstammen die in Syrien auftretenden bituminösen Ablagerungen (Asphalt ꝛc.) der Thierwelt des Kreidemeeres. Diesem Forscher verdanken wir auch eine höchst beachtenswerthe Beobachtung, welche er gelegentlich seiner Orientreise über ein Petroleumvorkommen an einem älteren Korallenriffe am Ufer des Rothen Meeres des Djebel Zeit bei el Tor, welches den jetzigen Meeresspiegel überragt, anzustellen Gelegenheit fand. Er schreibt hierüber [1]:

„Mir fiel nicht ein, an irgend einen anderen Ursprung des Oels zu denken, als an den aus zersetzten organischen Körpern im Riffe selbst und in der Lagune. Das nächst dem Meere gelegene Riff erscheint wie von Bitumen durchdrungen, das Oel schmilzt tropfenweise aus, und wird von dem Seewasser als specifisch leichter nach oben genommen, auf welchem es schließlich schwimmend stehen bleibt. Nur ein Theil der Gase, die sich beim Verwesen der zahllosen, in der Lagune lebenden Thiere entwickeln, entweicht in die Luft, der andere condensirt sich zu sogenannten schweren Kohlenwasserstoffen, die sich in das abgestandene Kalkriff hineinsetzen, in dem dortigen porösen Kalke noch weitere Condensationen erfahren und, einmal zu Oeltropfen coagulirt, in den Gruben des Riffes sich sammeln. Daß zugleich mit dem Bitumen auch Chlornatrium sich findet, ist ein weiterer Beweis für den gemeinsamen Ursprung beider aus der gesalzenen und zugleich an organischen Stoffen überreichen Lagune."

[1] Aus dem Orient.

Unwillkürlich erinnert diese Schilderung auch an das Erdölvorkommen in dem Korallen- (Corniferous-) Kalk von Enneskillen, des productivsten Gebietes in Canada.

Für den animalischen Ursprung des karpatischen Erdöles sprachen sich Paul, Tietze, V. Uhlig [1]) u. a. m., für den des norddeutschen Herm. Credner [2]) aus, welch' letzterer den Ursprungsort in die an marinen Conchylien reichen und an Pflanzen leeren Schichten des weißen Jura verlegt.

In neuerer Zeit hat sich auch J. L. Piedboeuf [3]) für die Entstehung des Petroleums aus Thieren erklärt. Letztere waren Bewohner langsam austrocknender Seen (Todtes Meer), welche durch den zunehmenden Salzgehalt abstarben, ihre Auswürfe und Cadaver wurden von Sinkstoffen überlagert. Die organischen Massen gaben bei ihrer Umwandlung Ammoniumcarbonat, Kohlensäure und Kohlenwasserstoffverbindungen, welches erstere sich durch die Einwirkung des Calcium- und Magnesiumchlorürs, sowie des Calciumsulfats in sehr leicht lösliches Ammonium-Chlorür und Sulfat unter Kalk- und Dolomitbildung umwandelte.

Es sei gleich hier erwähnt, daß das Petroleum, wie z. B. in manchen karpatischen Localitäten, auf primärer Lagerstätte ohne Kalk- oder Dolomitbegleitung vorkommen kann, ja, daß diese Gesteine in dem erwähnten Oelgebiete fast gänzlich fehlen und daß auch keine Gründe zur Annahme ihrer späteren Wegführung vorliegen.

Auf die Hypothesen Ochsenius' und Pfeiffer's, welche eigentlich hier eingereiht werden sollten, wurde bereits (S. 107 und 108) hingewiesen.

Nachdem die früher genannten, gewichtigen Gründe für den organischen, doch gegen den pflanzlichen Ursprung des Erdöles sprechen, so gewinnt die Entstehung aus animalischen Resten an Wahrscheinlichkeit. Als positive Stütze dieser Hypothese kann auch eine Reihe von Thatsachen angeführt werden.

1. Wir finden Petroleum auf primärer Lagerstätte mit Thier-, aber ohne oder nur mit geringfügigen Pflanzenresten; so in den Fischschiefern der Karpaten, in verschiedenen von T. Sterry Hunt studirten Kalken im Grenzgebiete Canadas und der Vereinigten Staaten (S. 115).

2. Schiefer, welche wegen ihres hohen Bitumengehaltes zur Oel- und Paraffinerzeugung verwendet werden oder wurden, sind ebenfalls reich an animalischen, jedoch bar oder arm an pflanzlichen Resten; so z. B. die liasischen Oelschiefer in Schwaben und Steierdorf (Banat).

Auch andere bitumenreiche Schiefer, wie z. B. der Kupferschiefer von Mansfeld, dessen Bitumengehalt bis zu 22 Proc. steigt, führen reichlich thierische, doch keine oder nur selten pflanzliche Reste.

---

[1]) Vorkommen u. Entstehung d. Erdöls. [2]) Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1864, S. 214. [3]) Petroleum Central-Europas 2c. Düsseldorf 1883, S. 45.

3. Gesteine, welche reich an Pflanzenresten sind, sind in der Regel nicht bituminös; dies tritt jedoch ein, sobald sich Thierreste dazu gesellen.

4. Durch Umwandlung thierischer Reste können sich Kohlenwasserstoffe analog jenen des Erdöles bilden.

5. An einer Korallenbank am Ufer des Rothen Meeres wurde von O. Fraas Petroleum ausschwitzend getroffen, welches nur animalischen Ursprunges sein kann.

Daß Erdöl aus thierischen Organismen entstehen könne, wurde von keinem Chemiker direct bestritten; doch wurde von dieser Seite wiederholt hervorgehoben, daß hierbei auch Stickstoffverbindungen im Oele nachweisbar sein müßten. Dieser Einwand wurde zum Theile dadurch behoben, daß man thatsächlich an mehreren Orten im Erdöle, Erdtheere und Asphalte Stickstoff (S. 37 ff.) nachwies. Andererseits ist wohl erlaubt, anzunehmen, daß die entstandene geringe Menge der erzeugten Ammoniak- oder allgemein Stickstoff-Verbindungen sehr leicht entweichen oder sich in Wasser lösen konnte. Diese Voraussetzung wird auch vollinhaltlich bestätigt durch eine Reihe von Analysen der mit dem Erdöle auftretenden Gase, so daß der von Chemikern mit Vorliebe aufgestellte Einwand gegen den animalischen Ursprung des Petroleums als vollends beseitigt angesehen werden kann. Der Chemiker Peckham fand in allen Oelen Nordamerikas Stickstoffverbindungen und leitete sie deshalb von thierischen Resten ab; nur in den pennsylvanischen Oelen gelang es ihm nicht, derartige Verbindungen nachzuweisen, weshalb er für diese pflanzlichen Ursprung voraussetzte. Doch haben in jüngster Zeit viele Analysen der Erdgase aus diesem Gebiete einen ganz ungewöhnlich hohen Stickstoffgehalt (bis 27,87 Proc.) ergeben, der mit Rücksicht auf die geringen Mengen des freien oder gebundenen Sauerstoffs unmöglich auf atmosphärische Luft bezogen werden kann (S. 66).

Es scheint somit, daß der größte Theil oder auch die ganze Menge des Stickstoffs bei der ganz allmäligen Zersetzung der animalischen Reste entweder im freien Zustande oder auch als $C_xH_yN_z$-Verbindung gasförmig entweichen kann. Ueber den Verlauf analoger Zersetzungsprocesse, die in der Natur bei verhältnißmäßig niedriger Temperatur vor sich gingen, sind wir dermalen noch im Unklaren.

Man könnte auch den Einwurf erheben, daß es befremde, das Erdöl nur in gewissen Gebieten zu finden, obzwar Schichten mit thierischen Resten so überaus häufig sind. Man ist zur Erklärung dieser Thatsache gezwungen, vorauszusetzen, daß in der Regel, — ob man animalischen oder vegetabilischen Ursprung annimmt, — die Verhältnisse für die Bildung oder für die Anhäufung und Erhaltung des Erdöls ungünstig waren und daß dieses nur unter besonders günstigen Verhältnissen resultirte. Die Natur mußte vorsorgen, daß die entstandenen Kohlenwasserstoffe nicht entweichen konnten, und falls sie dies später gestattete, so mußte sie wiederum die Möglichkeit der Ansammlung ermöglichen.

Die thierischen Reste, soweit sie organischer Natur sind, lassen bei ihrer Umsetzung in den Erdschichten erfahrungsgemäß keine oder nur ganz unbedeutende Rückstände von Kohlenstoff zurück. Es sei beispielsweise erwähnt, daß triasische Tintenfische (Acanthoteutis) in einzelnen Lagen der Raibler Schichten ziemlich häufig ihre unorganischen Schulpe erkennen lassen, daß es jedoch nur selten gelingt, ein Stück aufzufinden, bei welchem — und dann immer nur in schwachen Conturen — auch der Sack, Kopf und die Arme angedeutet sind. In der Nähe finden wir Fische und Krebse, von welchen nur die Harttheile erhalten sind, während von den Pflanzen (Voltzia, Pterophyllum) deutliche schwarze, also kohlige Abdrücke erhalten sind. Dieser Schiefer ist bituminös, also von Erdöl durchdrängt. Aequivalente Schiefer in den nördlichen Kalkalpen — in den Lunzer Schichten — enthalten nur Pflanzenabdrücke im analogen Erhaltungszustande, wie in Raibl; sie sind jedoch nicht bituminös. Es ist doch naheliegend, in diesem Falle das Bitumen nicht von den Pflanzen-, sondern nur von den Thierresten abzuleiten. Das Gegentheil anzunehmen wäre geradezu naturwidrig.

Während Pflanzen bei ihrer Zersetzung in den Erdschichten entweder einen kohligen Rückstand oder nur ihren Abdruck, im letzteren Falle aber auch kein Bitumen hinterlassen, wie dies viele Schieferthone und feinkörnige Sandsteine bezeugen, so können Fälle, analog den Raibler Schichten, von jedem Geologen reichlich vermehrt werden.

Die Pflanzen hinterlassen entweder ein Kohlenskelet oder dieses kann auch fehlen; im letzteren Falle sind die pflanzenführenden Schichten nicht bituminös. Wird angenommen, daß Pflanzen mit Hinterlassung eines kohligen Rückstandes sich in Erdöl umwandeln können, so wäre die Hypothese berechtigt, welche das Erdölvorkommen mit Kohlenlagern verbindet, gegen welche jedoch, wie erwähnt, die Beobachtung spricht. Findet jedoch eine derartige Zersetzung der Pflanzensubstanz statt, daß kein kohliger Rest, sondern nur ein Abdruck verbleibt, so fehlt auch stets das Bitumen. Erfahrungsgemäß hinterlassen die thierischen Reste in der Regel keine oder nur minimale kohlige Theile, sie können unter günstigen Verhältnissen eine Anhäufung von Bitumen bedingen, in der Regel jedoch werden die entstandenen Kohlenwasserstoffe entweichen, ohne sich local anzureichern.

Einer eigenthümlichen Erscheinung müssen wir noch gedenken; es ist das Vorkommen von Cännelkohle (Plattel-, Brettel- und Bogheadkohle), welche vermöge ihres hohen Bitumengehaltes als Gaskohle sehr gesucht ist. Sie findet sich fast stets nur in Begleitung thierischer Reste (insbesondere von Fischen), so daß der hohe Bitumengehalt auf diese und nicht auf die pflanzlichen Reste der Kohle bezogen werden kann. Diese Thatsache wurde vielenorts constatirt.

So berichtet Newberry[1]), daß die Cännelkohle von Ohio Reste von Wasserthieren, wie Mollusken, Fische, Amphibien und Crustaceen, manchmal

---

[1]) Report of the geological survey of Ohio, Part. I, p. 125.

in großer Menge einschließt, so daß der genannte Autor sich zu der Annahme gezwungen sieht, die Cännelkohle sei eine Lagunenbildung, in welcher sich nebst den thierischen Resten macerirte Pflanzensubstanz ablagerte.

Auch auf S. 174 bis 175 dieses Berichtes weist er neuerdings darauf hin, daß Cännelkohle und bituminöser Schiefer sehr reichlich Bivalven, Krustenthiere, insbesondere aber Estheria, führen.

Die durch die eingehenden Studien Dr. A. Frič's[1]) allgemein bekannt gewordenen Gasschiefer von Nürschan, der diesen Namen von seinem hohen Bitumengehalte bekam, besitzen eine ungewöhnlich reiche Fauna von Reptilien, Amphibien und Fischen, von Crustaceen, Insecten 2c.

Davies[2]), welcher insbesondere das Vorkommen der Cännelkohle in Flintshire und den nachbarlichen Bezirken Englands studirte, betonte in den allgemeinen Schlußsätzen über die Eigenthümlichkeiten der Cännelkohlen, daß diese stets mit Fischen auftreten.

C. Zincken[3]) hebt als Eigenthümlichkeit der Papierkohle (Dysodil) hervor, daß sich in dieser Insecten-, Fisch-, Frosch- und andere thierische Reste vorfinden, „welche die Veranlassung zu dem öfters sich findenden Fettgehalte gegeben haben".

Die Beispiele, welche beweisen, daß das Auftreten von Bitumen in Schwarz- und Braunkohlen und in bituminösen Schiefern an das Vorhandensein thierischer Reste gebunden ist, ließen sich noch bedeutend vermehren.

Es ist somit die Annahme, daß das Bitumen durch die Zersetzung der animalischen und nicht der vegetabilischen Substanzen gebildet wurde, gewiß die einzig naturgemäße.

c) Aus Pflanzen und Thieren.

Mehrere Geologen und Chemiker setzen einen animalischen und vegetabilischen Ursprung vereint voraus. Es seien hier nur Einige genannt: Lesley[4]) bezieht die Entstehung des pennsylvanischen Oeles auf die fossilen Fucoiden und Korallenthierchen, von welchen die Reste überaus reichlich in den mehrere tausend Fuß mächtigen Kalksteinmassen unter der Venango-Oelsandgruppe sich vorfinden. Auch C. A. Ashburner nimmt hierfür vegetabilen und animalen Ursprung an. Newberry (1859) behauptet, das Oel habe sich in jenem Uebergangsstadium der Organismen, welches Bituminisation genannt wurde, aus den Pflanzen- und Thierresten ausgeschieden. Andrews weist dem entgegen nach, daß dann mit dem Erdöle auch Kohlenflötze vorkommen müßten, was nicht der Fall ist.

---

[1]) Ueber die Wirbelthierfauna in der Vorzeit Böhmens (Sitzb. d. k. böhm. Akad. d. Wiss. 1875, 1877). [2]) Earthy and other minerals etc. p. 229. [3]) Physiographie der Braunkohle, 179. [4]) Americ. Philos. Soc. 1865. — Report. 3. Einleitung.

N. S. Shaler[1]) setzt sowohl animalischen wie vegetabilen Ursprung voraus, verweist bezüglich des ersteren auf gewisse devonische Kalksteine, bezüglich des letzteren auf schwarze devonische Schiefer im Osten Amerikas.

Auch E. Orton[2]) nimmt an, daß das im Schiefer und Sandsteine auftretende Erdöl vegetabilischen, jenes im Kalksteine jedoch animalischen Ursprungs sei.

Peckham versucht nachzuweisen, daß die Qualität des Erdöles je nach dem Ursprunge verschieden sei; so z. B. ist Bitumen, welches Asphalt bildet, aber Paraffin nicht enthält, animalischer, solches, welches Asphalt nicht bildet, aber Paraffin enthält, vegetabilischer Entstehung.

Harper führt die Bildung des hannoverschen Erdöles auf die Zersetzung großer Massen organischer Körper des Thier- und Pflanzenreiches zurück, namentlich jener der Devon- und Kohlenformation. Aehnlich ist auch die Anschauung Strippelmann's, „der es für zweifellos hält, daß die Petroleumbildung an die Silur-, Devon- und Kohlenformation gebunden sei, daß die unter Mitwirknng größerer Erdwärme vor sich gehende Zersetzung der massenhaft angehäuften pflanzlichen und thierischen Stoffe in ungekannten Tiefen sich noch in Thätigkeit befinde. Aus diesem Herde der Erzeugung und dessen Sammelräumen, letztere vorwiegend den jüngeren Formationen angehörig, seien die jetzt productiven Oelzonen theils durch Gascondensationen, theils durch Capillaranziehung erfüllt worden und werden noch jetzt gefüllt“.

Nach Dr. Krämer[3]) ist das Erdöl das Educt einer trockenen Destillation der Organismen vorcarbonischer Epochen. Der Umbildungsproceß vollzog sich (und vollzieht sich vielleicht noch heute) da, wo Faltungen und Stauungen der Erdkruste zu Gebirgen stattgehabt haben.

2. Bildungsproceß.

Wie aus den vorstehenden Erläuterungen hervorgeht, kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, daß das Erdöl organischen Ursprungs sei. Wie auch wiederholt angenommen wurde, war der Proceß der Umwandlung eine Destillation; doch stehen sich auch hier die Ansichten diametral entgegen. Die Einen nehmen hierfür Temperaturen an, jenen gleich, welche wir bei der destructiven Destillation der Mineralkohlen anwenden; Andere hingegen finden die Voraussetzung hoher Temperatur entweder für nicht nothwendig oder mit der chemischen Zusammensetzung in Widerspruch stehend; wieder Andere combiniren hohe und niedrigere Wärmegrade.

Schon die Versuche von Daubrée mit Holzstücken, dem überhitzten Wasserdampfe ausgesetzt, ergaben die Möglichkeit, daß sich flüchtige und flüssige

---

[1]) Stowell, Petr. Rep., 1877, Nr. 7, p. 6. [2]) Prelim. Rep. Petr. and inflam. gas, p. 10. [3]) Sitzb. d. Vereins zur Bef. d. Gewerbefl. 1885, S. 311.

Producte, die dem natürlichen Bitumen gleichen, auch bei relativ niedriger Temperatur, doch über 100° C., bilden können.

Diejenigen, welche eine hohe Temperatur zur Bildung des Erdöles voraussetzen, beziehen sich entweder auf die Nähe der Vulcane, die jedoch nur sehr selten nachweisbar ist, oder auf die Erdwärme in sehr großer Tiefe. In jedem Falle ist es nothwendig, außer dem einer hohen Temperatur ausgesetzten Bildungsherde eine bedeutend kühlere Condensationssphäre, die näher der Erdoberfläche gelegen ist, anzunehmen. Gegen diese Trennung während der Entstehung des Erdöles hat Piedboeuf einen sehr beachtenswerthen, bereits früher (S. 105) mitgetheilten Einwurf erhoben.

Nach diesen Hypothesen würden überhaupt keine primären Oellagerstätten bestehen können, eine Annahme, welche, wie später erläutert werden wird, unzutreffend ist.

Dr. Krämer[1]) spricht sich dahin aus, daß dieser Vorgang keineswegs mit den uns so geläufigen Destillationsprocessen (Braunkohlenschweelereien, Gasbereitung 2c.) identisch sein kann. „Gewisse Unterschiede in dem Erdöle und den Destillaten der Fossilien bedingen einen durchaus andern Verlauf desselben. So ist es auffällig, daß die sauerstoffhaltigen Bestandtheile, insbesondere die Phenole, welche ja wesentliche Componenten des Braun- und Steinkohlentheeres sind, in dem Erdöle, wenn nicht ganz fehlen, so doch nur in sehr geringen Mengen vorhanden sind, und daß stickstoffhaltige Bestandtheile mit Sicherheit überhaupt nicht nachgewiesen werden können. Noch gewichtiger spricht die Thatsache, daß bei allen pyrogenen Zersetzungen der Fossilien außer dem Destillate noch ein in den Retorten verbleibender Rest, der Koks, erhalten wird, während das Erdöl ohne einen solchen Rest gebildet sein muß, da man noch niemals an Stellen, wo Erdöl erbohrt wurde, Kohle in irgend einer Form gefunden hat." (Die Bedenken wegen der Abwesenheit der Stickstoffverbindungen wurden bereits früher widerlegt, S. 37, 66 und 119.)

„Auch für die Frage nach der Temperatur, bei welcher sich die schließliche Umwandlung zu Erdöl vollzogen haben wird, lassen sich die bekannten Erfahrungen auf dem Gebiete der trockenen Destillation heranziehen. Wir haben gesehen, daß die leichten Oele des bei verhältnißmäßig niedriger Temperatur gewonnenen Braunkohlentheers, das Photogen und Solaröl, obwohl sie sehr viel reicher an aromatischen Kohlenwasserstoffen sind, als selbst die specifisch schwersten Erdöle, dennoch hinter den vorwiegend nur aus aromatischen Kohlenwasserstoffen bestehenden, leichten Oelen des Steinkohlentheeres in dieser Beziehung erheblich zurückbleiben. Da nun der Steinkohlentheer bei sehr viel höherer Temperatur als der Braunkohlentheer gewonnen wird, so folgt ungezwungen daraus, daß sich die Entstehung des Erdöles jedenfalls bei einer noch niedrigeren Temperatur, als der zur Braunkohlentheergewinnung noth-

[1]) Sitzb. d. Vereins zur Bef. d. Gewerbefl. 1885, S. 304.

wendigen, vollzogen haben muß. Je geringer aber das specifische Gewicht des Erdöles, je ärmer dasselbe an aromatischen Kohlenwasserstoffen befunden wird, desto niedriger, darf man annehmen, muß danach die Entstehungstemperatur gewesen sein, wenn nicht, was sehr wohl möglich, die Anreicherung von schweren Kohlenwasserstoffen erst nachträglich stattgehabt hat. Da das Erdöl bei höherer Temperatur, beziehungsweise wenn seine Dämpfe durch glühende Röhren geleitet werden, in gasförmige Kohlenwasserstoffe und aromatische Verbindungen zerfällt, welcher Vorgang bei dem Processe der Fettgasbereitung industrielle Verwendung findet, so lassen sich recht wohl die Ursachen für die in der Zusammensetzung des Erdöles beobachteten Unterschiede erst in die Zeit nach seiner Entstehung verlegen."

Wenn Dr. Krämer vom chemischen Standpunkte aus betonte, daß die Temperatur, bei welcher sich das Erdöl gebildet hat, jedenfalls eine geringere gewesen sein muß, als jene, bei welcher die Braunkohlendestillate erzeugt werden, so muß ihm, obzwar sich seine Betrachtungen auf das Verhalten von Pflanzenresten stützen, auch vom geologischen Standpunkte zugestimmt werden. Da wir in keinem Petroleumgebiete, auch dort nicht, wo das Oel noch auf primärer Lagerstätte ist, Spuren einer einstigen Gluthwirkung entdecken können, auch dort nicht, wo Schieferthone, die beim Erhitzen sehr bald geröthet und anderweitig verwandelt werden, indem z. B. die wenigen schwarzen Reste von Fischschuppen ꝛc. verschwinden, das Oel führen oder begleiten, so ist man zu der Annahme gezwungen, daß sich das Erdöl bei einer entschieden geringeren Temperatur, als es die schwächste Rothgluth ist, gebildet haben muß.

Daß ein solcher Umwandlungsproceß bei ganz geringer Temperatur möglich ist, beweist schlagend die Beobachtung O. Fraas' an dem Korallenstocke bei Djebel Zeit im arabischen Meere. Es wäre eine Analyse dieses frisch gesammelten Erdöles von größtem wissenschaftlichen Interesse.

Da in dem Erdöle des karpatischen Fischschiefers ebenfalls, wenn auch wenig, Paraffin enthalten ist, und da es sich hier auf primärer Lagerstätte, die keine Gluthwirkung erkennen läßt, befindet, so muß gefolgert werden, daß auch die Entstehung des Paraffins bei geringerer, als Gluthhitze, möglich ist.

Der erwähnte ölführende Fischschiefer ist, ebenso wie das Korallenriff von Djebel Zeit, ein Beweis für die Möglichkeit der Entstehung des Erdöles aus animalischen Resten bei relativ geringer Temperatur. Es ist höchst wahrscheinlich, daß auch in anderen Petroleumrevieren dieselben Factoren gewirkt haben werden. Hiervon auszuschließen sind nur die technisch belanglosen sporadischen Oeleinschlüsse in Eruptivgesteinen, welche auch durch destructive Destillation von durchbrochenen Kohlenschichten entstanden sein können.

Auch E. Orton[1]) gelangt zu dem Resultate, daß die Umbildung bei relativ geringer Temperatur — jedenfalls unter 200° C. — stattgefunden haben

---

[1]) Prelim. Rep. Petr. and inflam. gas, 1887, p. 11.

muß und nennt diesen Proceß deshalb nicht destructive, sondern spontane Destillation.

Ob bei der Entstehung des Erdöles aus Organismen Wasser mitgewirkt habe, ist eine vollends ungelöste, bisher fast gar nicht erörterte Frage. Nur Daubrée setzt die Anwesenheit desselben als nothwendig voraus, da ja seine synthetischen Versuche unter Anwendung überhitzter Wasserdämpfe durchgeführt wurden. Daß Wasser bei der Umwandlung der Organismen zu Erdöl vorhanden war, kann bei der allgemeinen Verbreitung desselben, speciell auch in den Organismen, kaum bezweifelt werden.

Ebenso war es fraglich, in wie weit es nothwendig ist, einen erhöhten Druck bei der Umwandlung der Organismen anzunehmen. Daß die erdölführenden Schichten einstens thatsächlich unter einem höheren Drucke, wie dermalen, standen, ist mit Rücksicht auf die darüber gelagerten Sedimentgesteine naturgemäß anzunehmen. Daß durch diesen größeren Druck auch die chemische Action erhöht wird, ist allbekannt; deshalb konnte sich auch die Bildung des Erdöles bei verhältnißmäßig niedriger Temperatur um so leichter vollziehen.

In den primären Lagerstätten lagen die Bildungs- und die Condensationssphäre beisammen. Es konnten deshalb die entstandenen leichten Kohlenwasserstoffe nicht durch eine geringere Temperatur, als jene ihrer Bildung, condensirt werden. Daß sie sich verflüssigten, war nur dadurch möglich, daß sie unter höherem Drucke standen. Dieser letztere wird bedingt durch den Grad des Widerstandes, den die Gase bei ihrem Bestreben, zu entweichen, fanden, ist somit abhängig von dem dichten Abschlusse, den die primäre Oellagerstätte allseits hatte. Daß thatsächlich das Erdöl in seinen Lagerstätten häufig unter hohem Drucke steht, wurde vielfach constatirt (S. 87 ff.).

In jüngster Zeit gelangten auch G. Krämer und W. Böttcher[1]) zu dem Schlusse, daß die Erdölbildung unter hohem Drucke stattgefunden haben müsse.

Diese wenigen Betrachtungen mögen genügen, um die Annahme eines höheren Druckes bei der Bildung des Erdöles zu rechtfertigen.

Daß verschiedene Petroleumdistricte auch verschiedene Rohöle liefern, ist eine bekannte Thatsache und wird am besten dadurch illustrirt, daß das Erdöl von Pennsylvanien circa 70, jenes von Baku nur circa 30 Proc. Leuchtöle enthält.

Daß auf derselben Petroleumlagerstätte die Dichte bis zu einer gewissen Grenze in größerer Tiefe abnimmt, ist vielenorts constatirt und läßt sich naturgemäß, wie erwähnt, damit erklären, daß das der Erdoberfläche näher liegende Oel durch Verdunstung und Oxydation verändert und dichter wurde.

Einen ähnlichen Grund dürfte die Thatsache haben, daß der erste Oelsand Pennsylvaniens ein dichteres Rohöl als der zweite und dieser wieder ein dichteres als der dritte, der tiefste Oelsand, liefert.

---

[1]) Ber. deutsch. chem. Ges. 1887, S. 595.

In Klenczany (West-Galizien) treten gelbe, paraffinreiche und dunkle, geringwerthige, paraffinarme Erdöle in geringer Entfernung (circa 1 km) auf.

Die Verschiedenheit der Oele in verschiedenen Staaten Nordamerikas, wie z. B. Pennsylvanien, New-York, Californien ꝛc., veranlaßte Peckham, für die einen vegetabilischen, für die anderen animalischen Ursprung anzunehmen, obzwar die hierfür angegebenen Beweise nicht ausreichend sind.

Dr. Krämer[1]) sagt: „Die Verdampfung und Ueberhitzung des Erdöles, verbunden mit der unter dem Einflusse des Sauerstoffs der Luft und des Schwefels noch später erfolgten Verharzung, sind die Ursache für die so großen Verschiedenheiten, die wir heute an dem Erdöle wahrnehmen. Je jüngerer Bildung dasselbe ist und je weniger oft seine Lagerstätte verändert worden ist, um so geringfügiger erscheinen diese Verschiedenheiten.“ Letzterer Satz läßt sich bestreiten, während der erstere, abgesehen von dem bei diesen Vorgängen vorausgesetzten Vulcanismus, in vielfacher Hinsicht wichtige Factoren der Umbildung nennt.

Während Peckham den Unterschied im Ursprungsmateriale sucht, findet ihn Krämer in Processen, die auf das bereits fertig gebildete Erdöl einwirkten.

Es ist kein Zweifel, daß ein Unterschied in dem Petroleum dadurch bedingt werden mußte, ob z. B. zu seiner Entstehung Saurier- oder Fischreste oder Korallenthierchen ꝛc. benutzt wurden; man kann somit diese Differenzen genügend aus bloß animalischen Resten erklären, ohne so gänzlich verschiedene Ursprungsmaterialien, wie es Peckham that, vorauszusetzen.

Doch nicht bloß die Unterschiede im Rohmateriale und die Verschiedenheit der nachträglich auf das Erdöl einwirkenden Processe stehen uns zur Erklärung der Qualitätsdifferenzen des Rohöles zur Verfügung. Auch die bei der Bildung selbst wirkenden Factoren, wie Temperatur, Dauer des Processes und der hierbei herrschende Druck, das Gesteinsmaterial, mit welchem das im Entstehen begriffene oder fertig gebildete Oel zusammentraf, — alle diese Factoren werden ebenso zur Differenz der Qualität mitgewirkt haben, wie dies ja jedem Chemiker geläufig ist, der sich z. B. mit der Chemie des Steinkohlentheeres beschäftigte. Durch welchen oder durch welche der genannten Factoren in einem vorliegenden Falle die Qualitätsunterschiede bedingt werden, dies zu enträthseln, wird häufig ein vergebliches Bemühen sein.

Es sei bloß noch auf die Thatsache hingewiesen, daß geologisch gleich alte und auch sonst ganz ähnliche Steinkohlen, wie z. B. die englischen von Wigan und von Newcastle, verschiedene Theere geben; jener von ersterer Localität ist reich an Phenol und Benzol, der von letzterer an Naphthalin und Anthracen[2]).

---

[1]) Sitzb. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbefl. 1885, S. 311. [2]) Dr. G. Schultz, Chemie des Steinkohlentheeres, 2. Aufl., S. 22.

3. Entstehung der Erdöllagerstätten.

Bisher wurde nur die Entstehung des Erdöles untersucht; eine weitere Frage bezieht sich auf die Bildung seiner Lagerstätten, jenen localen Anhäufungen, durch welche es technisch von Wichtigkeit wird.

Es ist eine in verschiedenen Petroleumgebieten constatirte Thatsache, daß das Erdöl unter anderem auch in Spalten vorkommen kann. Daß es hierin nicht entstanden, daß es auf secundärer Lagerstätte ist, bedarf füglich keiner weiteren Erläuterung.

Mündet eine derartige Kluft, in welcher das Oel aufsteigt, unter einer Schotter- oder Sanddecke, so sind diese mit Petroleum wirklich angefüllt.

Verquert eine solche Spalte eine poröse Schicht, so wird das Oel die Poren derselben erfüllen; die Oelansammlung erstreckt sich mit dieser Schicht und es gewinnt den Anschein, als habe man es hier mit einer primären, lagerartigen Ansammlung zu thun.

Alle diese soeben genannten und früher eingehender beschriebenen Lagerstätten sind nur secundäre. Wir finden sie, und zwar beide Arten vereint, an mehreren Orten, so z. B. in Canada.

Für die Frage nach der Entstehung des Erdöles sind jedoch diese secundären Lagerstätten etwa ebenso belanglos, wie die oberirdischen Rohölreservoirs. Sie setzen einen Ursprungsherd voraus. Jene Forscher, welche diesen in gluthheiße Erdtiefen verlegen, negiren überhaupt das Vorhandensein einer primären Lagerstätte, da nach dieser Meinung in der Retorte — im Entstehungsherde — keine Oelanhäufung stattfinden kann, sondern nur in der abgekühlten Vorlage, nämlich in den zu Tage führenden Spalten mit den daranschließenden porösen Gesteinsschichten.

Es ist somit auch von theoretischem — abgesehen von dem hohen praktischen — Interesse, zu untersuchen, ob auch primäre Erdöllagerstätten existiren. Hierüber entscheidet bloß die Beobachtung. Sie wird zuerst constatiren müssen, da ja der Ursprung des Petroleums aus organischen Resten ebenso bestimmt, wie für die Mineralkohle, vorausgesetzt werden muß, daß die Erdölanhäufung einem Lager, also einer concordant eingelagerten Schichtenbank, entspricht. Sie wird ferner nachweisen müssen, daß das darin vorkommende Oel (oder allgemein Bitumen) nicht von außen zugeführt wurde, sondern in diesem Lager auch entstanden ist.

Es seien nun einige Localitäten genannt, an welchen primäre Lagerstätten des Erdöles nachgewiesen wurden; selbstverständlich können da überdies auch secundäre Lagerstätten entstehen und vorhanden sein, sobald Gelegenheit zum Entweichen des Oeles aus der ursprünglichen gegeben war.

Von Californien und Tennessee berichtet Peckham, daß das Oel daselbst „ohne Zweifel in den Schiefern, aus denen es hervortritt, gebildet wurde".

Für die primäre Oelführung des Niagara-Kalksteines, speciell bei Chicago (Illinois), spricht sich T. St. Hunt aus. Demselben Autor verdanken wir eine höchst interessante Beobachtung, die er im Stadtgebiete von Bertie (Canada), am Niagara gegenüber Buffalo gelegen, machte: In einem Steinbruche sind wenig geneigte Bänke eines massigen krystallinischen Encrinitenkalkes aufgeschlossen, welche nicht nur ölfrei, sondern auch für das Wasser undurchdringlich sind. In einigen Schichten finden sich große Korallen (Heliophyllum), deren Poren ölfrei sind. Zwei Schichten indessen, 3 bezw. 8 Zoll mächtig, enthalten nebst der genannten Koralle noch Favositen, deren Zellen mit Oel erfüllt sind. Die dreizöllige Lage, im Steinbruche zweimal auskeilend, bildet also schmale langgestreckte Linsen des ölführenden Gesteines. Diese Thatsachen lassen somit keinen Zweifel darüber zu, daß sich hier das Erdöl in primärer Lagerstätte vorfindet, da nirgends eine Kluft, längs welcher eine Zufuhr hätte stattfinden können, nachweisbar war.

Hunt kommt auch hinsichtlich der anderen korallen- und ölführenden Kalksteine von Canada zu dem gleichen, soeben erwähnten, Resultate. Er sagt: „Das Fehlen des Oeles in den Korallenzellen der neben oder dazwischen liegenden Schichten tritt der Vorstellung entgegen, daß dasselbe den betreffenden Schichten durch Destillation und Infiltration zugeführt worden ist. Die gleichen Beobachtungen (die bisher erwähnten beziehen sich auf den unterdevonischen Corniferous-Kalkstein) gelten für den Trenton-Kalkstein (Silur)", für welchen er Beispiele von Ontario angiebt.

Das Oelvorkommen von Kentucky, welches in einem Conglomerate und Sandsteine, mit zerbrochenen und bereits macerirten Pflanzenresten (?) erfüllt, an der Basis der Steinkohlenformation auftritt, befindet sich nach J. P. Lesley auf primärer Lagerstätte.

Nach E. Orton ist das Erdöl im nordwestlichen Ohio ebenfalls in seinem ursprünglichen Bildungsherde abgelagert.

Der Asphalt von Trinidad befindet sich nach G. P. Wall in gewissen Schichten der oberen Newer Pariangruppe in situ.

Bright und Prestwich sehen das Erdöl von England als in den Kalksteinen und Schiefern entstanden an. Aus demselben Lande, von Shropshire, führt Arthur Aiken eine sehr interessante Beobachtung an, die uns zu der Annahme, das Erdöl befinde sich in seiner ursprünglichen Lagerstätte, nöthigt. Er sagt: „Die 31. und 32. Schicht (des Profiles) sind grobkörnige, ganz mit Erdöl erfüllte Sandsteine; sie sind zusammen 15½ Fuß mächtig und werden durch ein vier Fuß starkes Zwischenmittel von sandigem Schieferthone von einander getrennt. Durch gewisse Geologen wird dieses Oelreservoir als durch Sublimation aus dem unterteufenden Kohlenlager hervorgegangen

bezeichnet, eine Hypothese, welche nicht leicht in Uebereinstimmung zu bringen ist mit dem jetzigen Sachverhalte, besonders da sie zu erklären unterläßt, wie das Erdöl in die oberen Schichten durch die zwischenliegenden Thonschichten gelangen konnte, ohne eine Spur hinterlassen zu haben. Es ist auch bemerkenswerth, daß das nächste Kohlenflötz nur 6 Zoll stark ist und von den oberen Schichten durch eine Masse von 96 Fuß Mächtigkeit getrennt wird, welche aus Sandstein und Thonschichten ohne alles Erdöl besteht." Diese Thatsachen gestatten überhaupt die Annahme nicht, das Oel sei von unten entweder gasförmig oder tropfbarflüssig emporgetrieben worden. Es giebt nur eine Erklärung, und zwar die: das Oel befindet sich hier in der ursprünglichen Lagerstätte.

A. Andreae[1]) kam auf Grund seiner eingehenden Studien über das Vorkommen des Erdöls in den Tertiärschichten zu dem sowohl für Ober- als Unter-Elsaß gültigen Schlusse, daß sich hier das Oel auf primärer Lagerstätte befindet. Die Brackwasserpetrefacte und die übrigen geologischen Verhältnisse weisen auf eine Anhäufung des organischen Materials in einer Lagune oder in einem Delta hin; unter Luftabschluß und hohem Drucke erfolgte die Umwandlung der Organismen in Erdöl.

Ueber das französische Bitumenvorkommen von Seyssel an der Rhone erwähnt D. C. Davies[2]): „Die Kreideformation enthält hier drei Lager bituminöser Kreide von 3 bis 4 m Mächtigkeit, welche durch Lager weißer, mit Bitumen nicht imprägnirter Kreide von 1 bis 15 m Stärke getrennt sind. Die imprägnirten Lager sind stellenweise hoch krystallinisch, an anderen Orten aus Muschelresten, neben welchen sich auch Fischzähne finden, bestehend. Das Bitumen erscheint in Drusen, Hohlräumen und in Lagern und bildet 8 bis 10 Proc. der ganzen Masse."

Nachdem also einzelne Kalklager bituminös, andere bitumenfrei sind, auch ein Vorkommen einer das Bitumen zuführenden Spalte nicht beobachtet wurde, so kann sich hier die ölige Substanz nur auf primärer Lagerstätte befinden.

Ueber das Erdtheervorkommen von Limmer (Hannover) im weißen Jura spricht sich H. Credner[3]) nicht bloß für den animalischen Ursprung, sondern auch dahin aus, daß es sich auf der ursprünglichen Lagerstätte befindet. Noch deutlicher hebt dies Eck[4]) für die norddeutschen Funde hervor mit den Worten: „Wir haben nicht den geringsten Grund, daran zu zweifeln, daß der in den Thonen der Lias, des braunen Jura und in den Gesteinen der Wealdenformation auftretende Bergtheer diesen Schichten ursprünglich angehört."

In der karpatischen Zone gehört ein Oelniveau dem Fisch-, Meletta- oder Amphisylenschiefer an, welcher, wie seine Namen zeigen, Fischreste führt. Er wird unter- und überlagert von Sandstein, welcher kein Oel enthält, trotz-

[1]) Durch „Neues Jahrb. für Min., Geol. 2c." 1885, Ref. 289. [2]) Earthy and other Minerals etc. p. 215. [3]) Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1864, S. 214. [4]) Ztschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen i. preuß. Staate 14, 363.

dem er das porösere Gestein ist, während der Fischschiefer als Schieferthon von Flüssigkeiten nur schwer durchdringbar ist. Es ist somit hier eine Zufuhr des Erdöles von auswärts gänzlich ausgeschlossen, es muß sich dasselbe innerhalb der Schieferthonlage gebildet haben. Da in derselben Fischreste häufig sind, hingegen Pflanzenreste fehlen, so ist hierin auch ein zutreffender Beweis für den animalischen Ursprung des Erdöls gegeben.

In Galizien kann man auch häufig beobachten, daß innerhalb eines Fischschiefercomplexes das Oel vorwiegend an eine oder auch an mehrere Bänke gebunden ist. Diese Erscheinung kann eine zweifache Ursache haben; es entspricht einer solchen eingelagerten Oelbank entweder eine besondere Anreicherung von Fischresten oder eine Einlagerung eines porösen Gesteines, z. B. Sandstein, was von Fall zu Fall zu entscheiden sein wird.

H. B. Medlicott[1]) weist darauf hin, daß alle Oelvorkommen Punjabs dem Eocän und in dieser Schichtengruppe nur einem einzigen geologischen Horizonte angehören, weshalb er dieselben als primäre Lagerstätte anerkennt. Auch die Petroleumvorkommen von Khàtan (Beludschistan) zeigen nach R. Townsand[2]) denselben genetischen Charakter.

In Transkaspien kommt nach H. Sjögren[3]) das Oel vorwiegend nur in den Sandschichten vor, während die wechsellagernden Sandstein- und Schieferthonschichten ölarm oder ölleer sind. Auch hierfür ist die naturgemäße Erklärung in der Annahme gegeben, daß die Sandschichten die primären Oellagerstätten sind.

Das Vorkommen der Oel-, Brand-, Gas- und bituminösen Schiefer (Pyroschiste nach T. St. Hunt), durch deren Destillation namhafte Oelmengen gewonnen werden können, beweist ebenfalls die Bildung des Bitumens auf primärer Lagerstätte. Denn diese Schieferthone und Mergelschiefer sind für Flüssigkeiten nur wenig permeabel, während sie von anderen leichter durchdringbaren, poröseren Gesteinen, wie Sand- und Kalkstein, Dolomit über- und unterlagert werden, welche das Oel jedenfalls leichter aufgesaugt haben würden, als die Schiefer; und findet man in den poröseren Gesteinen — und zwar gewöhnlich auf Klüften — etwas Bitumen, so ist dieses stets dem Brandschiefer so nahe, daß es nur von diesem abgeleitet werden kann.

Der bituminöse Schieferthon kann in einem bitumenfreien concordant eingelagert sein, in welchem Falle das Bitumen ebenfalls nur auf primärer Lagerstätte sich befinden kann.

Die Oelschiefer enthalten entweder nur thierische Reste oder nebst diesen auch pflanzliche. Daß letztere bei der Bildung des Bitumens nur eine passive Bedeutung hatten, wurde bereits früher erwähnt.

---

[1]) Note on the Occurence of Petr. in India. (Record. geol. Survey of India.) 19, 201. [2]) Rep. Petr. Expl. at Khatan. Rec. geol. Survey of India 19, 204. [3]) Jahrb. geol. Reichs-Anst. 1887, I. Heft.

Von besonders ölreichen Schiefern seien bloß erwähnt: Jene der Lothians [1]) in der englischen Steinkohlenformation mit Ostracoden, Fischen, Koprolithen xc.; jene dünnschieferigen Schieferthone des oberen Lias (Posidonienschiefer) Schwabens und Frankens, außerordentlich reich an thierischen Resten, darunter die allbekannten Saurier, die Fische und Tintenfische (Tintenbeutel und Schulpe von Loligo), welche von plattigen Stinkkalken über-, von Kalksteinen unterlagert werden; jene 24 bis 30 m mächtige Oelschieferpartie, welche bei Steierdorf in einem das Hangendflötz überlagernden Schieferthonzuge concordant eingelagert ist.

Der Bitumengehalt des Ohioschiefers, welcher im östlichen Theile Ohios bis 200 m Mächtigkeit erreicht, kann, da er durch den ganzen Schichtencomplex gleichmäßig vertheilt ist, nur ein primärer, bei der Schichtenablagerung bedingter sein. Ein Gleiches gilt auch für den Heldenberg-, Clinton-, Niagara-, Corniferous- xc. Kalkstein in der Osthälfte Nordamerikas. E. Orton [2]) berechnete, daß der Ohioschiefer (0,1 Proc. nachgewiesener Bitumengehalt) in einer Fläche von einer englischen Quadratmeile bei 100 m Mächtigkeit eine Oelmenge von 1 560 000 Barrels enthält, somit nahezu die doppelte von jener, welche die gleiche Fläche im ergiebigsten Oelfelde thatsächlich lieferte.

Die genannten Thatsachen beweisen, daß das Bitumen und speciell das Erdöl auch in primären Lagerstätten auftritt.

Wir kommen somit zum Schlusse:

1. Das Erdöl ist animalischen Ursprunges; es haben insbesondere Saurier, Fische, Tintenfische, Korallenthiere xc. hierzu nachweisbar beigetragen; doch können auch Weichthiere ohne festem Gerüste ausgiebig mitgewirkt haben, von welchen dann keine nachweisbaren, bestimmbaren Reste verblieben.

Während durch die Umwandlung der vegetabilischen Substanz die Kohle entstanden ist, bildete sich aus jener der animalischen das Erdöl und die hiermit verwandten Bitumina.

2. Ob sich das Erdöl nur unter ganz speciellen Bedingungen aus den Thierresten bilden konnte und welcher Art dieselben waren, ist bisher gänzlich unaufgeklärt.

3. Das Erdöl bildete sich in allen Zeitaltern der Erdgeschichte, aus welchen auch animalische Reste vorhanden sind. Die archäischen Schichten sind frei von Erdöl.

4. Das Erdöl konnte sich nur dann in der ursprünglichen Lagerstätte ansammeln und erhalten, wenn es bei seiner Entstehung vor dem Entweichen geschützt war.

5. Bei der Bildung des Erdöles hat keine ungewöhnlich hohe Temperatur mitgewirkt und

[1]) A. Geikie: Text-Book of Geology. p. 172. [2]) Prelim. Rep. Petr. and inflam. gas p. 13.

6. sie erfolgte unter höherem Drucke, dessen Einfluß auf den chemischen Vorgang nicht bekannt ist.

7. Die Lagerstätten des Erdöles sind theils ursprüngliche (primäre), theils secundäre, welche letzteren mit ersteren in Verbindung stehen oder standen.

Was die Entstehung des Erdgases anbelangt, so dürfen hierfür dieselben Materialien und ganz ähnliche Processe wie für jene des Erdöls vorausgesetzt werden. In der Regel fand auch die Ansammlung beider in denselben Räumen statt, oft derart, daß das Gas die höheren, das Oel jedoch die tieferen Abtheilungen derselben Gesteinslage einnimmt. Da kein Proceß bekannt ist, nach welchem sich aus dem Erdgase Erdöl bilden könnte, während die Abscheidung des ersteren aus dem letzteren — selbst bei gewöhnlicher Temperatur — eine allgemein bekannte Thatsache ist, so ist es wahrscheinlich, daß das Erdöl das primäre, das Gas hingegen das secundäre Product ist.

Daß das Erdwachs, Erdpech und der Asphalt theils durch partielle Verdunstung, theils durch Oxydation des Erdöls entstanden sind, wurde bereits früher (S. 57) erläutert.

VII. Schürfen (Aufsuchen).

Hinsichtlich des Schürfens müssen zwei Stadien unterschieden werden und zwar:

1) Es sind in dem Gebiete noch keine Aufschlüsse gemacht worden.
2) Es ist auf Basis bereits geschehener Aufschlüsse das Gebiet anzugeben, innerhalb dessen die Schurfarbeiten die größte Wahrscheinlichkeit für einen Erfolg besitzen.

Erstes Schurfstadium.

Hat man in einem bisher unverritzten Gebirge Erdöl aufzusuchen, so empfiehlt es sich, dasselbe sehr aufmerksam zu begehen und hierbei ortskundige Leute, insbesondere Forstleute, Jäger und Hirten, wegen etwaiger Spuren von Erdöl auszufragen.

In manchen Gegenden wird schon seit langer Zeit in Ausbissen Erdtheer zur Erzeugung von Wagenschmiere gewonnen; diese Punkte verdienen die größte Aufmerksamkeit. Manche Dörfer, Weiler oder Parcellen führen Namen, welche auf Erdöl hinweisen; so begegnet man in den galizischen Karpaten sehr häufig der Bezeichnung Ropa oder Ropianka und fast ausnahmslos findet man dort Erdöl oder Erdtheer in größerer oder geringerer Menge aus dem Boden hervorquellen. Dieselbe Bedeutung hat die in Rumänien vorkommende Bezeichnung Pekureti.

In den genannten Fällen ist die Aufmerksamkeit rasch auf ein verhältnißmäßig kleines Gebiet eingeengt; schwieriger ist es, wenn man erst Oelspuren selbst aufzusuchen hat.

Zu der gewöhnlichen Ausrüstung des Schürfers tritt noch ein mit einer langen Eisenspitze beschlagener Stock. Man verfolgt die Wasserläufe und zwar am besten nach aufwärts, weil dann die Trübungen des Wassers bei dem Fortgange der Arbeit nicht hindern. Es empfiehlt sich ferner, diese Excursionen zu einer warmen Jahreszeit vorzunehmen, weil zu dieser das Oel besser ausfließt,

als bei kühlem Wetter, wo insbesondere schwere Oele und Erdtheer sehr leicht zu einer butterartigen Masse werden. Auch empfiehlt es sich, wenn möglich, niedrigen Wasserstand abzuwarten.

Man beachte, ob auf der Wasserfläche nicht bunt irisirende Zeichnungen sichtbar sind; dies zeigt sich insbesondere dort, wo das Wasser ruhig steht oder nur sehr wenig bewegt ist, wie z. B. in Ausbuchtungen.

Findet man ein derartiges buntschillerndes Häutchen, so kann es von Erdöl, doch auch von Eisenoxydaten und ähnlichen Substanzen herrühren. Die Eisenoxydathäutchen jedoch zerfallen beim Berühren der Oberfläche, z. B. mittelst des Schurfstockes, zu eckigen Stückchen, gleichsam sehr kleinen Schollen, sie lassen sich nach einer Richtung bewegen, während Rohölhäutchen, wenn getheilt, sich immer wieder vereinigen und durch den reichen Wechsel ihrer Farben und deren Figuren von verwandten Anzeichen leicht zu unterscheiden sind. Auch Häutchen sehr schwerer Oele geben beim Zertheilen manchmal eckige Schüppchen, kurz, verhalten sich ähnlich wie die Eisenoxydate; doch treten nebstdem fast immer auch die bunten, beweglichen Farbenringe auf. In Sümpfen können auch andere Substanzen eine ähnliche Erscheinung wie das Rohöl hervorbringen.

Hat man in einem ruhigen Theile eines Wasserlaufes auf diese Weise Oelspuren entdeckt, so bemüht man sich, das irisirende Häutchen zu entfernen und sticht mit dem Schurfstocke mehrerenorts in den Grund, denselben dadurch aufwühlend; kommen dann neuerdings die Oelhäutchen, manchmal im Vereine mit Gasblasen, zum Vorscheine, und tritt diese Erscheinung nach wiederholten Versuchen regelmäßig wieder ein, so ist vorauszusetzen, daß hier ein Oelausbiß vorhanden ist, der eine weitere Untersuchung verdient.

Hat jedoch die Arbeit mit dem Schurfstocke ein negatives Resultat ergeben, so muß das Oel hergeschwemmt worden sein; es wird deshalb der Wasserlauf sorgfältig weiter nach aufwärts in der genannten Weise zu untersuchen sein, bis man mittelst des Schurfstockes zum Ausgangspunkte der Rohölspuren gelangt.

Gewöhnlich gehört derselbe einem Sandsteine oder einem andern porösen Gesteine an, von welchem man mittelst des Schurfhammers — noch besser ist es, man verfügt auch über eine Keilhaue — Stücke abschlägt; es findet sich Erdöl theils auf den Schichtflächen, theils auf den Klüftchen, meist in Tropfenform. Statt Erdöl findet man häufig auch eine schwarze, schmierige Masse, den Erdtheer.

Manchmal ist das Gestein ebenfalls imprägnirt, was theils durch den Geruch, theils jedoch durch die sogenannte Wasserprobe erkannt werden kann. Man legt nämlich das Gesteinstück in ein ruhig stehendes, wo möglich von der Sonne beschienenes Wasser; enthält es Oel, so zeigen sich in der Regel sofort die charakteristischen Iris-Farben auf der Wasserfläche, und zwar um so stärker, je reichlicher die Imprägnation ist.

Der ölführende Sandstein ist im frischen Bruche gewöhnlich dunkler als der nachbarliche gefärbt.

Nach dem Regen bleiben Wassertropfen an den Ausbissen der Oelsandsteine derart hängen, wie dies an fetten Substanzen überhaupt beobachtet werden kann.

Bei dem Schürfen in Wasserläufen hat man sich, falls ein ölführender Sandstein gefunden wurde, die Frage zu beantworten, ob dieser hier auch anstehend ist, oder ob man es nicht etwa mit einem hierher gerollten Blocke zu thun hat.

Diese Frage zu entscheiden wird in der Regel keinen Schwierigkeiten begegnen; man kann dies meist aus der Lage der Schichtung und dem petrographischen Charakter des fraglichen Gesteines gegenüber der Umgebung beurtheilen; sind noch Zweifel gestattet, so untersuche man die in der naturgemäßen Fortsetzung des Fundstückes gelegenen Gesteinspartien mittelst der Wasserprobe.

Sollte sich hierbei herausstellen, daß das ölführende Gestein thatsächlich ein loser Block ist, so muß sein Anstehendes oberhalb und zwar entweder an den Gehängen oder auch im Wasserlaufe liegen. Nachdem man den petrographischen Charakter des Oelsandsteines, des Fundblockes, bereits kennt, so wird es in den meisten Fällen keine besonderen Schwierigkeiten machen, ihn in der Nachbarschaft auch anstehend zu finden.

Die Wasserläufe werden in der geschilderten Weise, welche mit dem bergmännischen „Schürfen nach Fundstufen“ große Aehnlichkeit hat, bis an die Grenzen des Schurfgebietes verfolgt.

Bei allen diesen Schurfarbeiten empfiehlt es sich, ab und zu die Sandsteine mittelst der Wasserprobe auf ihre Oelführung zu untersuchen; diese zeigt sich manchmal, ohne daß äußerlich ein Petroleumgehalt vermuthet werden könnte.

Es sei nur noch erwähnt, daß bei kühlem Wetter die Oelspuren auf der Wasserfläche keine oder nur sehr wenig lebhaft blau, roth, gelb ꝛc. gefärbte Figuren, sondern eine milchige Färbung geben, welche möglicher Weise auch durch einen anderen Umstand bedingt sein kann, so daß dann die Bestimmung jedenfalls schwieriger und unsicherer wird. Es ist somit auch aus diesem Grunde vorzuziehen, für die Schürfungen wärmere Tage zu wählen.

Daß sich das Erdöl auch durch seinen Geruch zu erkennen geben kann, bedarf füglich keiner weiteren Bemerkung.

In sumpfigen Lacken findet man manchmal irisirende Häutchen, welche nicht Eisenoxydate, sondern ebenfalls durch Verwesung gebildete Kohlenwasserstoffe sind. Entfernt man dieselben von der Wasserfläche, so erscheinen sie, wenn sie den erwähnten Ursprung haben, bei der Arbeit mit dem Schurfstocke in der Regel gar nicht mehr oder nur ganz unbedeutend. Gewöhnlich jedoch steigen bei der Untersuchung des Untergrundes Gasbläschen auf.

Derartige Tümpel beschürft man zuerst in der Mitte, dann am Rande, an welchem man mit dem Schurfstocke, noch besser mit der Keilhaue, Stücke loslöst.

Salsen (Schlammvulcane), sowie reichlichere Exhalationen von Erdgasen, falls dieselben nicht von Kohlenflötzen herstammen, lassen das Vorhandensein von Erdöl in der Gegend anhoffen.

Daß grobkörnige, milde, das sind sehr poröse Gesteine zu größeren Hoffnungen berechtigen, sobald sie als ölführend erkannt wurden, als fest- und innig gefügte, als compacte, daß, je mächtiger der Oelsandstein ist, auch eine größere Oelmenge erwartet werden darf, wurde bereits im geologischen Theile dieser Schrift ausführlicher erörtert.

Wenn auch im Allgemeinen reichliche Oelspuren im Ausbisse auch auf ein reichlicheres Vorkommen schließen lassen, so ist der umgekehrte Fall nicht immer richtig. In manchen nun ergiebigen Oelfeldern waren die ersten aufgefundenen Spuren nicht besonders ermuthigend.

In manchen Gebieten kann man erfahrungsgemäß eine bestimmte Farbe des ölführenden Gesteines als günstiger bezeichnen, was jedoch nur von localem, daselbst jedoch manchmal auch sehr bedeutendem Werthe sein kann. So will man in manchen Gebieten der galizischen Karpaten gefunden haben, daß im frischen Bruche bläulichgraue Sandsteine häufig Erdöl führen, während schmutziggrüne und graue Farben als ungünstig angesehen werden.

Ist die Oelführung an bestimmte Lager — geologische Niveaux — gebunden, so wird man insbesondere diese aufsuchen und verfolgen; insbesondere sind es wieder die sie verquerenden Wasserläufe, in welchen diese Lagen sorgfältigst untersucht werden müssen, und zwar nicht bloß darum, weil die Schichten am meisten entblößt sind, so daß sie den besten Einblick in ihren geologischen Bau gestatten, sondern auch darum, weil hier gewöhnlich der Austritt am besten erfolgen kann, indem die hemmende Decke fehlt und der Einschnitt des Wasserlaufes gewöhnlich einer der tiefsten Punkte des Ausbisses ist, an welchem der Ausfluß in Folge der größeren Druckhöhe am ausgiebigsten erfolgt.

Eine sehr wichtige Frage ist es, ob in dem Gebiete, in welchem durch die Schürfungen Erdöl nachgewiesen ist, dasselbe lager- oder gangartig vorkommt.

Bei der Beantwortung können folgende Umstände als Anhaltspunkte dienen:

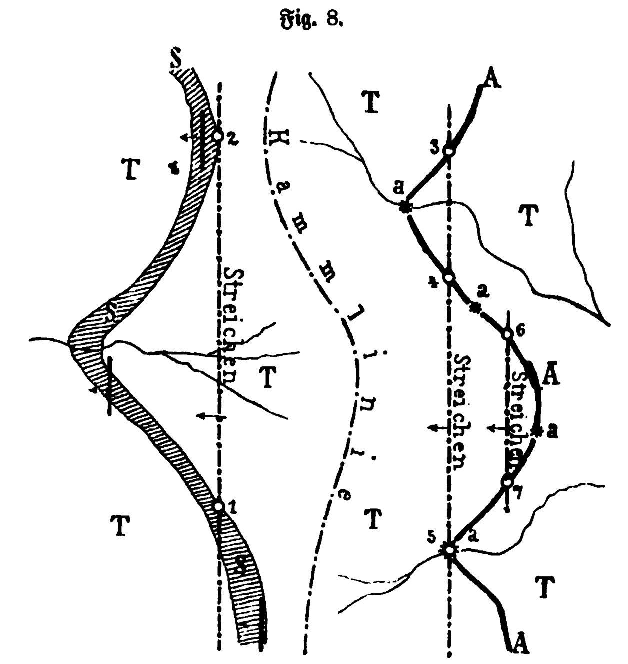
Bei entsprechend großer Entblößung des ölführenden Gesteines ist es manchmal möglich, diese Frage direct durch die Beobachtung zu entscheiden, wobei man sich jedoch vergegenwärtigen wird, daß sich auch bei lagerförmigem Vorkommen das Oel in den kleinen Klüftchen ansammeln wird. Bei einem gangförmigen Auftreten läßt sich eine Spalte im Streichen und Verflächen auf größere Ausdehnung hin verfolgen.

Hat man es mit einer sehr wenig mächtigen Bank oder Einlagerung eines local als ölführend erkannten Sandsteins in einem anderen Gesteine, z. B. in Schieferthone, zu thun, so wird man diese Bank weiterhin verfolgen und letzteren in frisch gehauenen Stücken mittelst der Wasserprobe auf seinen Oel-

gehalt untersuchen; ergeben sich hierbei mehrmals positive Resultate, so ist vorauszusetzen, daß der Sandstein der Erdölträger und das Vorkommen somit lagerartig ist.

In einem mächtigen Complexe von Sandstein findet man mehrere Oelausbisse manchmal ziemlich weit von einander entfernt. Zeigt es sich beim Verfolgen der Schicht des ersten Oelfundpunktes nach deren Streichen, daß man hierbei zum zweiten, dritten ꝛc. gelangt, so hat man es mit einem lagerartigen Vorkommen zu thun. Dieses Verfolgen einer Schicht geschieht mittelst des Compasses, wobei jedoch stets auf die Terraingestaltung Rücksicht zu nehmen ist. Man denke sich den Durchschnitt des Sandsteinlagers

Fig. 8.



mit dem Gehänge — die sog. Ausbißlinie — construirt und verfolge diese. Die Ausbißlinie wird um so mehr von der geraden Streichlinie abweichen, je flacher die Schichten und die Gehänge liegen und wird eine um so mehr ausgelappte Linie darstellen, je mehr letzteres gegliedert ist.

Bei diesem Verfolgen derselben Schicht hat man auch stets zu beachten, ob sich ihr Streichen nicht ändert, womit sich selbstredend auch der vom Schürfer einzuschlagende Weg ändert.

Hat man einige höffliche Oelfunde, so daß es gerechtfertigt erscheint, größere und kostspieligere Schurfarbeiten durchzuführen, so empfiehlt es sich, in die Katastralkarten nebst den Fundpunkten deren relative Höhen, — gewöhnlich

mittelst eines guten Aneroids bestimmt, — die beobachteten und auf den astronomischen Meridian reducirten Schichtenstreichen und -Verflächen einzutragen und die Ausbisse gut charakterisirter concordanter Schichten, z. B. eine Schieferthoneinlagerung *S* (Fig. 8), genau einzuzeichnen, gleichgültig, ob dieselben im Hangenden oder Liegenden der Oelausbisse *a* liegen; die relativen Höhen einer dieser Schichten bestimmt man sich mehrenorts und wählt hierbei auch Punkte, die sich auf der Karte sicher finden lassen und wo möglich in gleicher Höhe liegen, was ja mit Hülfe des Aneroids bei rasch hinter einander folgenden Beobachtungen ohne wesentlichen Fehler möglich ist. Die Punkte gleicher Höhe, z. B. 1 und 2, mit einander verbunden, geben das Streichen der Schicht auf größere Entfernung hin.

Verbindet man die Oelfunde *a* mit einer Linie *AA* und bestimmt in derselben abermals mehrere Punkte gleicher relativer Höhe, z. B. 3, 4 und 5, so erhält man abermals das generelle Streichen.

Ist dieses mit dem generellen Streichen der charakteristischen, zuvor verfolgten Schicht *S* parallel, so ist man berechtigt, ein lagerartiges Vorkommen des Erdöles vorauszusetzen, wenn auch das construirte Verflächen der Oelausbißlinie mit dem beobachteten localen der Schichten übereinstimmt. Hat man eine Karte mit Isohypsen, also mit Schichtenlinien von gleicher Seehöhe, zur Verfügung, so können diese Constructionen sehr rasch ausgeführt werden. Derartige Karten sind für die rationelle Schürfung von ganz besonderem Werthe. Hinsichtlich des weiteren Details solcher Constructionen muß auf die Lehren der Markscheidekunde verwiesen werden.

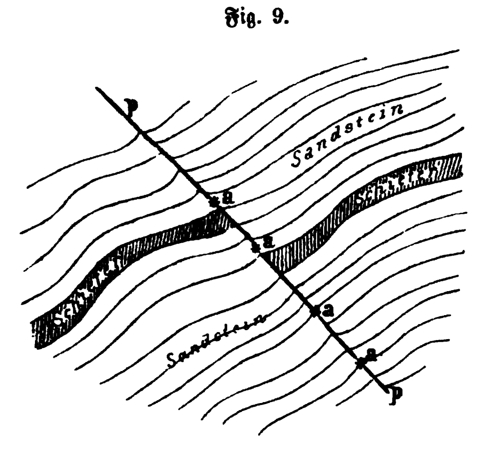
Bei derartigen Studien wird vorausgesetzt, daß alle Fundpunkte das Oel aus dem festen Gesteine austretend erkennen lassen, daß somit eine Täuschung über den thatsächlichen Oelausbiß ausgeschlossen ist; solche Irrungen können entstehen, wenn der Oelausbiß mit lockeren Erd- und Gesteinsmassen (Fig. 3, S. 73) überdeckt ist, an deren Sohle ein weiter oben austretendes Oel versteckt herabfließt und durch einen zufälligen Anlaß aus den lockeren Massen weiter unten austritt.

Ein gangartiges Vorkommen wird die erwähnten Uebereinstimmungen mit den concordanten charakteristischen Schichten nicht zeigen. Ein derartiges Oelauftreten setzt eine Spalte, die meist mit einer Verschiebung der Schichten verbunden ist, voraus. Es läßt sich diese manchmal auch in der Höhe der Fundpunkte nachweisen, am häufigsten dadurch, daß eine charakteristische Schicht plötzlich aufhört und nicht in ihrer naturgemäßen Fortsetzung, sondern rechts oder links, höher oder tiefer, wieder auftritt. Hat man zwei oder mehrere solcher Störungspunkte aufgefunden, so ist die Verbindungslinie derselben die Ausbißlinie der Spalte *p* (Fig. 9). Geht dieselbe durch den Fundpunkt *a* oder liegen in ihr deren mehrere, so wird ein gangförmiges Vorkommen angenommen werden müssen.

Manchmal jedoch tritt das Oel in einem Gewirre von kleineren und größeren Spalten auf. Dies zeigt sich in der Construction dadurch, daß beim Vorhandensein mehrerer Fundpunkte gar keine lineare Vertheilung derselben zu erkennen ist und daß die Combinationen die verschiedensten Resultate ergeben, je nachdem man von diesen oder jenen Fundpunkten ausgeht. Ein derartiges Vorkommen bietet dem Schürfen ungewöhnliche Hindernisse.

Daß man beim Schürfen insbesondere Anticlinalen und deren Nebensättel, sowie auch Verwürfe aufsuchen und kartiren muß, bedarf wohl mit Rücksicht auf die früher erläuterte Bedeutung derselben für viele Oelgebiete der Erde nicht weiter hervorgehoben zu werden.

Fig. 9.



Die gegebenen Anleitungen zum Schürfen werden sich nach den localen Verhältnissen modificiren. Die Schwierigkeiten werden jedoch bei ausreichenden geologischen Vorkenntnissen gewöhnlich leicht überwältigt, wenn man die Principien der mitgetheilten Anleitungen erfaßt hat und letztere nicht schablonenmäßig copirt.

Manche Schürfer wollen die Beobachtung gemacht haben, daß inmitten von Wiesen rc. kleine Flecken entweder gar keinen oder nur einen verkümmerten Pflanzenwuchs tragen, ohne daß an einer solchen Stelle ein Oelausbiß sichtbar wäre. Ein hierin abgeteufter Schacht soll Oel geliefert haben. Andere wollen durch einen in einer kesselförmigen, wasserlosen Terrainvertiefung niedergebrachten Schacht günstige Resultate erzielt haben. Diese Anhaltspunkte zum Schürfen sind jedoch vorläufig mit Vorsicht aufzunehmen.

Hinsichtlich der Qualität des zu Tage tretenden Oeles hat man immer zu berücksichtigen, daß dieselbe nicht für die Tiefe maßgebend ist. Das Oel verdickt sich an der Erdoberfläche, und mit der Zunahme an Dichte wird das Oel zähe und dunkel. Findet man jedoch schon im Ausbiß lichte, leichtflüssige und specifisch leichtere Oele, so ist mit voller Sicherheit auf eine vorzügliche Qualität in der Tiefe zu rechnen. — In jedem Falle kann erwartet werden, daß das Oel in der Tiefe in seiner Güte höher steht, als jenes des Ausbisses.

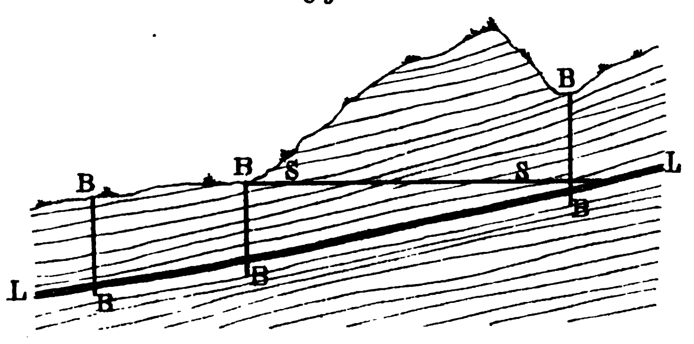
Schurfarbeiten.

Hat man einen hoffnungsvollen Ausbiß gefunden, so wird man diesen möglichst ausgedehnt bloßlegen, um die Art und Weise des Oelvorkommens nachweisen zu können, wie dies früher angedeutet wurde. Ist es irgendwie gelungen, zu entscheiden, ob das Rohöl lager- oder gangförmig — in letzterem Falle eine Hauptspalte vorausgesetzt — auftritt, so hat man es in beiden Fällen mit einem plattenförmigen, ölführenden Körper zu thun, der jedenfalls an einem tieferen Punkte, als es der Ausbiß ist, aufgeschlossen werden soll.

Dies kann geschehen durch Schächte, Bohrlöcher oder durch Stollen. Die Schurfbaue werden so anzulegen sein, daß sie die Oellagerstätte vorerst nur in geringer Tiefe (circa 50 bis 60 m) anfahren sollen.

Die beiden ersteren werden sich stets bei flachem Terrain und bei steilerem in vielen Fällen auch dann, wenn die Lagerstätte flach liegt, empfehlen (Fig. 10). In ersterem Falle ist ein Stollen, der eine nennenswerthe Tiefe einzubringen hat, gar nicht möglich; im zweiten Falle jedoch würde

Fig. 10.



der Stollen, welcher die gleiche Tiefe wie ein Schacht oder ein Bohrloch einzubringen hat, viel länger als diese ausfallen, so daß er kostspieliger wäre und später zum Ziele führen würde.

Die Bohrlöcher haben, sobald man über das nothwendige Gezähe und über geschulte Leute verfügt, den Vortheil der raschen Arbeit. Auch empfehlen sich dieselben im sehr wasserreichen Gebirge.

Der Schacht ist als Schurfbau in vielen Fällen recht vortheilhaft und steht auch vielenorts in Anwendung. In Galizien giebt man ihm 1 m im Quadrat. Er stellt sich in der Regel bis zu Tiefen von 150 bis 200 m nicht theuerer als ein Bohrloch; die Arbeit geht jedoch langsamer von statten als bei letzterem. In sehr wasserreichem Gebirge ist er nur bei saigerer Schichtenstellung anzuwenden. Der Schacht, in welchem die Arbeit, so-

bald Gase auftreten, mit der Sicherheitslampe zu geschehen hat, bietet gegenüber dem Bohrloche den großen Vortheil, daß er den Schichtenbau und schließlich auch die Erdöllagerstätte derart aufschließt, daß diese jederzeit beleuchtet, d. h. beobachtet werden können. Man kann sich also in ihm beim Erschließen des Oels nochmals über die Art und Weise seines Vorkommens überzeugen, — ein für die weiteren Schurfarbeiten hochwichtiges Moment; man kann das Verflächen der Oelschicht oder -Kluft neuerdings constatiren, wodurch möglicher Weise die bisherigen Combinationen modificirt werden müssen.

Nebst dem genannten hat der Schacht auch noch den Vortheil, daß er in Folge seines größeren Querschnittes, bezw. Umfanges des letzteren, auch einen größeren Oelzufluß als ein Bohrloch gestattet.

In Galizien, wo die Schichten in der Regel stark geneigt sind, somit ein größerer Druck auf die Schachtstöße zu befürchten wäre, werden letztere trotzdem bloß mit Bohlen von ca. 5 cm Stärke, welche an den Ecken nur leicht verbunden sind, gesichert, so daß eigentlich nur der Nachfall verhindert wird.

Man hat derartige Schächte ohne Fahrten — die Fahrung geschieht am Seile — bis zu 200 m und darüber ausgeführt, ohne daß der Schacht gefährdet gewesen wäre, trotzdem er durch mürbe Schieferthonschichten ging. Es geht hieraus evident hervor, daß in diesen Gebieten häufig kein nennenswerther Gebirgsdruck vorhanden ist, welcher von manchen Bohrunternehmern mit großer Vorliebe zur Erklärung eines Mißgeschickes gebraucht wird.

Der Stollen, welcher nur in steileren Gehängen bei steiler (über 50°) Lage der Lagerstättenebene in Betracht kommt, hat bei 1 m Breite ca. 1,8 m Höhe; er hat somit nahezu den doppelten Querschnitt eines Schurfschachtes, was seine Herstellung entschieden vertheuert; andererseits ist die Förderung leichter und billiger, da die erhauenen Massen nicht gehoben werden müssen, und die Wasser bieten keine Schwierigkeiten, da sie von selbst durch den Stollen abfließen. In den meisten Fällen, selbst in gebirgigem Terrain, fällt jedoch seine Länge gewöhnlich so groß aus, daß sich seine Anwendung nicht empfiehlt.

Mit dem Schachte vereinigt der Stollen den großen Vortheil, daß er den Bau der Schichten und das Auftreten des Erdöles genau beobachten läßt.

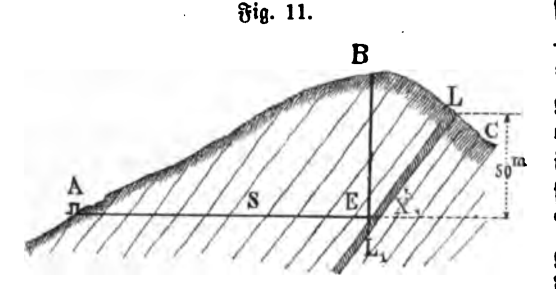
In Californien geben die Aufschlüsse mittelst Stollen weitaus befriedigendere Resultate als jene mittelst Bohrlöcher.

Aus diesen Erläuterungen geht hervor, daß unter den ersten Schurfbauen sich der Schacht für die meisten Fälle empfiehlt; nur bei sehr großem Wasserandrange wird ein Bohrloch, hingegen der Stollen nur bei steilerem Gehänge und steilerer Schichtenstellung anzuwenden sein.

Ist es vor Beginn dieser soeben erwähnten Schurfarbeiten bereits gelungen, die Lage der Lagerstättenebene sicher zu stellen, so ist es nicht schwierig, jenen Punkt anzugeben, an welchem der Schurfbau zu liegen kommt. Hierbei trachtet man die Oellagerstätte mindestens 50 m tiefer aufzuschließen, als der Ausbiß gelegen ist. Es können zwei Fälle eintreten: 1) Man findet in der Ausbißlinie selbst einen Punkt, der gegenüber den anderen Ausbissen bedeutend tiefer liegt; dann setzt man das Stollenmundloch in dem tiefsten Ausbiß an und verfolgt die Lagerstätte mit dem Stollen streichend, die höheren Ausbisse unterfahrend. 2) In den meisten Fällen empfiehlt es sich aber, das Stollenmundloch in das Hangende oder Liegende — je nach dem Terrain — der Oellagerstätte zu legen.

Zeichnet man sich beispielsweise das Profil des Terrains *ABC* (Fig. 11) senkrecht zur Oellagerstätte *LL*, und diese mit ihrem Fallen (Neigungswinkel *X*), so ist es leicht, den Punkt *E* zu bestimmen, welcher 50 m vertical unter *L* gelegen ist. Ein Schacht oder Bohrloch wäre somit in *B*, ein Stollen, abgesehen von seinem geringen Ansteigen, in *A* zu beginnen. Die Tiefen, bezw. die Länge, können direct aus dem Profile entnommen werden. Diese, sowie die Wasserführung des Gebirges, manchmal auch Besitzverhältnisse, werden entscheiden, welche Art des Schurfbaues zu wählen ist.

Fig. 11.



Liegt eine hypsometrische Karte vor, so kann diese sofort zur Construction der Profile benutzt werden.

Wenn der erste Schurfbau, welcher immer neben den hoffnungsreichsten Ausbiß gelegt wird, wohl das Vorhandensein der Lagerstätte, doch keine bedeutenderen Rohölmengen nachwies, so ist deshalb noch nicht die Inrentabilität dieses Vorkommens nachgewiesen; man wird wenigstens noch zwei Baue zu treiben haben, um mit einiger Gewißheit über die Umgebung des Ausbisses urtheilen zu können.

Es empfiehlt sich, einen zweiten Schurfbau rechts, einen dritten links vom ersten, ca. 20 bis 40 m entfernt, derart anzulegen, daß diese die Oellagerstätte in derselben oder auch in einer etwas größeren Tiefe wie der erste Schurfbau anfahren (erschließen). Denn die Ergiebigkeit an Oel ist innerhalb einer Lagerstätte verschieden und es ist möglich, daß der erste Bau eine arme Partie antraf.

Manchmal ist es auch rationell, vom Anfahrungspunkte der Lagerstätte aus die Oellagerstätte streichend zu verfolgen, d. h. ihr nahezu horizontal

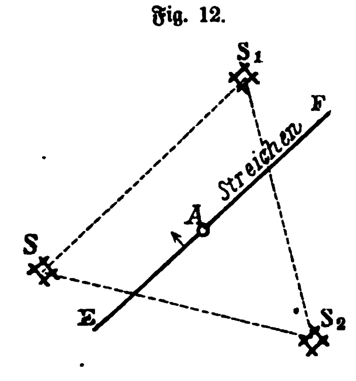
mit einem Baue, Strecke genannt, nachzugehen, um sie möglichst weit in ihrer Ergiebigkeit und geologischen Eigenthümlichkeit kennen zu lernen.

Hat eine derartige rechts und links je etwa 20 bis 40 m lange Strecke, oder haben die drei früher erwähnten Schurfbaue kein befriedigendes Resultat ergeben, so ist es in den meisten Fällen zu empfehlen, keine Capitalien weiterhin zu opfern.

Hat man jedoch Oel in größerer Menge erschlossen, so wird es ausgebeutet und in der Nähe ein neuer Schurfbau begonnen, womit man sich der zweiten Phase des Schürfens nähert.

Ist es vor Beginn einer Schurfarbeit nicht möglich gewesen, sicher zu entscheiden, ob im gegebenen Falle ein lager- oder gangförmiges Vorkommen vorhanden ist, oder konnte die Lage der Lagerstättenebene auch nicht annähernd genau festgestellt werden, oder ist es wahrscheinlich, daß man es mit einem Systeme sich kreuzender kürzerer ölführender Spalten zu thun hat, so ist das mit den Schurfbauen verbundene Risico unvergleichlich größer. In solchen Fällen können fast immer nur verticale Baue, also Schächte und Bohrlöcher, zur Anwendung gelangen, und man muß in vorhinein deren mindestens drei in Aussicht nehmen. Ihre Anordnung S S_1 S_2 vom Oelausbisse A ist aus nebenstehender Figur 12 zu entnehmen, in welcher EF die Streichlinie der Schichtung ist und zu welcher eine und zwar die im Verflächen der Schichten liegende Seite des gleichseitigen Dreiecks annähernd parallel gelegt ist. Bei steiler Schichtenstellung ist die Dreieckseitenlänge etwa 20 m, bei flacher 40 bis 60 m, also durchschnittlich 30 bis 40 m.

Fig. 12.



Da die Spalten sehr häufig wasserführend sind, so kann es vorkommen, daß bei ihrer Erschrottung Wassermassen eindringen, welche jedoch gehoben werden müssen, damit das specifisch leichtere Erdöl austreten kann. In den karpatischen Oelgebieten wurde wiederholt die Erfahrung gemacht, daß nach der Bewältigung des Wassers Oel in bedeutenden Mengen gehoben wurde. Aus vielen Bohrlöchern daselbst wurde und wird durch mehrere Jahre Wasser und Erdöl gleichzeitig gepumpt, so daß dies Gemisch in Bottichen angesammelt wird, aus welchen unten das Wasser stetig ausfließt, während sich oben die Oelschicht anhäuft.

Bei jedweder Art der Schurfbaue ist es dringend zu empfehlen, deren Profile genau zu zeichnen und von den einzelnen durchfahrenen Schichten Belegstücke, bezw. Bohrproben, sorgfältig aufzubewahren. Die ersteren haben nicht bloß alle Notaten über die Oel- und Wasserführung, sondern

auch über den petrographischen Charakter und die Lage (Verflächen) zu enthalten. Sie bilden im Vereine mit den **Productionstabellen** das Werthvollste im Archive eines Erdölbergbaues.

Zweites Schurfstadium.

Haben die ersten Schurfarbeiten zu günstigen Erfolgen geführt, so tritt das Unternehmen in das Stadium der Production. Da jedoch erwiesenermaßen allüberall sich ein Fund **erschöpft**, so muß, wie beim Bergbaue überhaupt, für die Erschließung neuer Mengen, stetig gesorgt werden. Und da beim Erdöle fast durchweg die Vorrichtungsbaue und die Abbauräume entfallen, so daß hierbei immer wieder neue und ziemlich nahe liegende Einbaue nothwendig sind, so fällt die Zeit der Gewinnung mit der Fortsetzung der Schurfbaue zusammen. Es ist dies das **zweite Schurfstadium**, welches sich vom ersten wesentlich dadurch unterscheidet, daß man in Folge mehrerer oder vieler Aufschlüsse über die Eigenthümlichkeit der Oellagerstätte bereits unterrichtet ist, und zwar um so besser, je größer das bereits durchschürfte Terrain ist.

Die bisherigen Aufschlüsse haben ergeben, daß in manchen Bauen reichlicher Oel gefunden wurde, als in den anderen. Die Ursachen dieser Erscheinung werden sich oft aus den vorliegenden geologischen Profilen ableiten lassen.

Durch die günstigen Aufschlüsse läßt sich sehr häufig **eine Oellinie** (S. 75) ziehen, welche die Richtung angiebt, längs welcher die weiteren Baue anzulegen sind. Manchmal, so z. B. in **Bóbrka** in West-Galizien, ist diese Linie fast eine Gerade, welcher ein langer, aber sehr schmaler Streifen Oellandes entspricht; die hiervon rechts und links vorgenommenen Bohrungen blieben jederzeit resultatlos. Derartige locale Oellinien sind selbstredend für den Bergbau von größter Bedeutung, da bei ihrer Beachtung das Risico herabgedrückt wird, während das Vertrauen in das Unternehmen steigt. Diese Oellinien fallen häufig entweder mit **Hauptanticlinalen** oder mit von diesen ausgehenden oder zu ihnen parallelen Nebensätteln zusammen. Einen derartigen Zusammenhang zu constatiren, kann nicht bloß für die Anlage der späteren Schurfarbeiten, sondern auch darum von großer Bedeutung sein, weil er, im Vereine mit entlegeneren, derselben Falte angehörenden Oelfunden eine allgemeine Beurtheilung der Größe des hoffnungsvollen Oelfeldes gestattet.

Tritt das Oel in einem **Systeme von sich kreuzenden Spalten auf**, so läßt sich auch in diesen manchmal eine bestimmte Richtung, längs welcher viele günstige und sehr wenige mißlungene Aufschlüsse liegen, ein sog. Oelzug nachweisen; so z. B. in **Klenczany** (West-Galizien), woselbst die Oellinie das allgemeine Schichtenstreichen fast unter einem rechten Winkel verquert. Doch liegen dann auch außerhalb dieses Zuges vereinzelt noch mehrere günstige Aufschlüsse, so daß die Richtung des Oelzuges, wenn auch immerhin noch von

wesentlichem Werth, nicht als alleiniger Führer gelten kann. In solchen Fällen ist ein günstiges Resultat vielfach Glückssache, die Arbeiten können hier nur Schritt für Schritt fortgesetzt werden, was sich in den meisten Fällen beim Oelbergbau als die rationellste Betriebsweise empfiehlt.

In solchen Gebieten vieler Störungen konnte man auch reiche, arme und taube Züge constatiren, welche gewöhnlich von zwei größeren Verwerfungen, die local auch über tags nachweisbar sind, begrenzt sind; daß man die tauben Partien bei den weiteren Schurfarbeiten meidet, braucht füglich nicht erwähnt zu werden.

Eine größere Verwerfung kann ein derartiges Oelgebiet entweder gänzlich abschneiden, oder letzteres findet sich jenseits einer zweiten Verwerfung wieder.

Der ölführende Sandstein ist nicht durchwegs von gleicher Mächtigkeit und gleichem Korne. Unter sonst gleichen Verhältnissen ist der mächtigere Sandstein hoffnungsvoller, weshalb man bei den Schurfbauen, welcher Art immer, die Mächtigkeit des Oelsandes beachten muß, um constatiren zu können, nach welcher Richtung dieselbe zu-, und nach welcher sie abnimmt. In letztgenannter Richtung ist ein Auskeilen zu befürchten, so daß die Schurfthätigkeit, falls nicht andere Gründe dagegen sprechen, sich der Mächtigkeitszunahme zuwenden wird.

Als Flüssigkeit hat das Erdöl das Bestreben, der Tiefe zuzufließen. Brunnen, welche das Oellager an tieferen Punkten erschließen, können den höher liegenden das Oel entziehen, was um so rascher fühlbar sein wird, je näher diese beiden Brunnen liegen und je durchlässiger das ölführende Gestein ist. Es empfiehlt sich insbesondere dann, wenn das Schurfrecht für ein größeres Oelfeld nur Einem gehört, das Maximum der Entfernung, innerhalb welcher sich zwei nachbarliche Brunnen in der Ergiebigkeit beeinflussen, erfahrungsgemäß für dieses Gebiet zu constatiren, wobei die relative Lage zum Fallen der Oellagerstätte zu berücksichtigen sein wird; die neu anzulegenden Brunnen werden so weit von einander angelegt werden müssen, daß sich dieselben in ihrer Ergiebigkeit fast gar nicht beeinträchtigen.

Dort, wo Oellager vorhanden sind, die einer ganz bestimmten Schichtengruppe angehören, wie z. B. die Oelsandsteine in den Schieferthonen der Chemunggruppe Pennsylvaniens, wird zuerst die Anwesenheit dieses Schichtencomplexes nachzuweisen sein. In ihm können die Sandsteinlager auch am Tage ausbeißen oder sie keilen sich früher aus. Im ersteren Falle werden die Schürfungen nach den bereits erläuterten Principien zu führen sein; im letzteren Falle jedoch ist es nothwendig, mehrere Bohrlöcher, die das Terrain im Streichen oder Verflächen an verschiedenen Stellen untersuchen und mit Vortheil in die Sättel gelegt werden, abzuteufen. Ein befriedigender Erfolg ist somit beim ersten Versuche in einem noch unbekannten Gebiete zweifelhaft, da ja die Sandsteineinlagerungen, also die Oellagerstätten, meilenweit fehlen können;

sie sind eben nur zufällige, wenn auch ziemlich häufige Einlagerungen, deren mehrere, in Pennsylvanien gewöhnlich drei, über einander liegen können. In einem solchen Falle, der entweder bereits constatirt ist oder aus geologischen Gründen vermuthet werden kann, wird es sich empfehlen, den Schurfbau tiefer zu treiben, sobald die Ergiebigkeit des oberen Lagers nicht mehr befriedigt.

Auch bei einem gangförmigen Oelvorkommen — in Spalten — wird häufig im letztgedachten Falle der Bau vertieft, obzwar der Erfolg hier immer ungewiß ist, da es stets fraglich bleibt, ob die angehoffte tiefere Spalte sich nicht auskeilt oder ob dieselbe nicht durch eine andere Spalte in der Tiefe abgeschnitten wurde.

Als ein günstiges Zeichen kann beim Schürfen die Erschließung von Erdgas angesehen werden, da in der Nähe und in größerer Tiefe Oel anzuhoffen ist. Finden sich am Rücken einer Anticlinale größere Gasmengen, so ist anzuhoffen, daß in den Schenkeln dieser Falte größere Oelmengen angehäuft sind. Sind diese nicht gleich geneigt, so ist, da der flachere Schenkel in der Regel in geringerer Tiefe aufgeschlossen werden kann, letzterer zuerst zu beschürfen.

VIII. Die Erdölerzeugung der ganzen Erde.

Meines Wissens wurde bisher noch nie der Versuch unternommen, eine Statistik der Erdölproduction der Erde zusammenzustellen. Ferdinand Hue[1]) giebt wohl von den meisten, und zwar den maßgebenderen Erdölgebieten Erzeugungsziffern an, die sich auf die Zeit des Erscheinens seines Buches (1885) zu beziehen scheinen; welcher Werth jedoch diesen Zahlen, deren Enstehung vollends unbegreiflich ist, beizumessen ist, mögen folgende von ihm gegebene Angaben erläutern: Vereinigte Staaten 40000000 Barrels (bls), Canada 900000 bls, Galizien 5000000 bls. In der That jedoch betrug nach den besten Quellen die damalige Erzeugung im ersten Gebiete etwa nur die Hälfte, im zweiten ein Viertel, in Galizien ein Zehntel von den Angaben Hue's. Diese Unregelmäßigkeiten in den Differenzen schließen auch eine etwaige Verwechslung der Maßeinheit aus.

Die Erdölstatistik ist nur in den Vereinigten Staaten Nordamerikas, und insbesondere in dessen Hauptölgebieten, Pennsylvanien und New-York, geregelt. In diesen beiden Staaten werden die Productionsdaten von den sogenannten Oelbörsen gesammelt, an welchen die Producenten durchwegs ihre Waare verkaufen. Sie liefern das Rohöl den Röhrenleitungsgesellschaften ab, bekommen von diesen „Certificate“, welche auf der Oelbörse angeboten und gehandelt werden. Die Petroleumstatistik Pennsylvaniens und New-Yorks gehört somit zu den vollkommensten Leistungen der gesammten Statistik. Weniger verläßlich sind die Angaben über jene Unions-Staaten, welche wegen ihrer geringeren Erzeugung noch keine geregelten Börsenverhältnisse besitzen; sie beruhen, ebenso wie in Canada, vorwiegend auf einer möglichst guten Schätzung.

Sehr wichtig sind auch die Angaben von Baku und Umgebung (Halbinsel Apscheron); wie diese gesammelt werden und bis zu welchem Grade sie zutreffend sind, ist mir unbekannt. Sie scheinen, da in den letzteren Jahren nur die Millionen der Puds angegeben wurden, auf guten Schätzungen zu beruhen.

Die übrigen Staaten müssen sich größtentheils mit Schätzungszahlen begnügen, die manchmal gar nicht officiell, sondern von einem mit den Productionsverhältnissen sehr vertrauten Manne zusammengestellt werden.

[1]) Le Pétrole, son histoire, ses originisses etc. p. 289.

Von manchen Gebieten liegen nur vereinzelte Schätzungen vor, so daß man im vorhinein auf fortlaufende Jahresziffern verzichten muß.

Das Productionsbild wird somit kein vollends zutreffendes, doch auch kein stark verzeichnetes sein, da ja die Erzeugungen der Vereinigten Staaten und Baku's derart in den Vordergrund treten, daß die übrigen Staaten mit ihren Erdölproductionen unbedeutend genannt werden können.

Als gemeinsame Maßeinheit wurde das Faß oder Barrel gewählt, da es in dem den Welthandel leitenden Nordamerika durchweg üblich ist. Dasselbe faßt 42 Gallonen oder 159 Liter, das Gewicht wird je nach der Dichte des Rohöls variiren.

Nordamerika.

Jahr	Pennsylvanien und New-York	West-Virginien	Ohio	Kentucky und Tennessee	Californien	Vereinigte Staaten zusammen	Canada [1])
	Barrels						
1859	2 000					2 000	
1860	500 000					500 000	
1861	2 113 600					2 113 600	
1862 [2])	3 056 600					3 056 600	11 775
1863	2 611 300					2 611 300	82 814
1864	2 116 100					2 166 100	90 000
1865	2 497 700					2 497 700	110 000
1866	3 597 700					3 597 700	175 000
1867	3 347 300					3 347 300	190 000
1868	3 646 117					3 646 117	200 000
1869	4 215 000					4 215 000	220 000
1870	5 260 745					5 260 745	250 000
1871	5 205 341					5 205 341	269 397
1872	5 939 003					5 939 003	308 100
1873	9 890 964					9 890 964	365 052
1874	10 950 730					10 950 730	168 807
1875	8 787 506	3 000 000 [3])	200 000 [3])		175 000 [3])	12 162 505	220 000
1876	8 968 906	120 000	31 763		12 000	9 132 669	312 000
1877	13 135 671	172 000	29 888		13 000	13 350 559	312 000
1878	15 165 462	180 000	38 179		15 227	15 398 868	312 000

[1]) Durchwegs Schätzungszahlen. [2]) In und vor dem Jahre 1862 dürften etwa 10 000 000 Barrels unbenutzt weggeronnen sein. [3]) Einschließlich der Erzeugung vor 1875.

Jahr	Pennsylvanien und New-York	West-Virginien	Ohio	Kentucky und Tennessee	Californien	Vereinigte Staaten zusammen	Canada [1])
	Barrels						
1879	19 741 661	180 000	29 112		19 858	19 970 631	575 000
1880	26 032 421	179 000	38 940		40 552	26 290 913	350 000
1881	27 358 210	151 000	33 867		99 862	27 642 939	275 000
1882	30 053 500	128 000	39 761		128 636	30 349 897	275 000
1883	23 128 389	126 000	47 632		142 857	23 444 878	250 000
1884	23 772 209	90 000	90 081		262 000	24 214 290	250 000
1885	20 776 041	91 000	650 000		325 000	21 842 041	250 000
1886	25 798 000	102 000	1 782 970	225 000 [2])	377 145	28 285 115	250 000

Vorstehende Tabelle stammt von S. H. Stowell, der ersten Autorität im Gebiete der Petroleumstatistik Nordamerikas, und zwar aus seinem Berichte in dem officiellen Werke: Mineral Resources of the United States [3]). Aus diesem Werke, und zwar jenem für das Kalenderjahr 1885, ist auch vorstehende Tabelle entnommen, welche nur durch eine Zusammenfassung der auf die Vereinigten Staaten bezüglichen Zahlen ergänzt wurde.

Halbinsel Apscheron (Rußland).

(Umgebung von Baku.)

Jahr	Pud	Metrische Centner (q)	Barrels	Jahr	Pud	Metrische Centner (q)	Barrels
1832	150 000	24 570	17 804	1842	215 142	35 230	25 530
1833	180 000	29 484	21 365	1843	212 919	34 876	25 272
1834	230 091	37 689	27 311	1844	213 503	34 972	25 342
1835	237 479	38 899	28 188	1845	212 779	34 853	25 256
1836	228 604	37 445	27 134	1846	215 650	35 323	25 596
1837	230 538	37 762	27 364	1847	216 318	35 533	25 749
1838	233 915	38 315	27 765	1848	269 769	44 188	32 020
1839	234 950	38 485	27 888	1849	207 028	33 911	24 573
1840	221 032	36 205	26 235	1863	340 000	55 692	40 357
1841	212 117	34 745	25 178	1864	538 000	88 124	63 858

[1]) Durchwegs Schätzungszahlen. [2]) Totalsumme der bisherigen Production einschließlich 1886. [3]) Herausgegeben von der United States geological Survey.

Jahr	Pud	Metrische Centner (q)	Barrels	Jahr	Pud	Metrische Centner (q)	Barrels
1865	554 291	90 792	65 790	1876	11 000 000	1 081 800	783 913
1866	691 820	113 320	82 116	1877	15 000 000	2 457 000	1 780 435
1867	998 907	163 621	118 566	1878	20 000 000	3 276 000	2 373 912
1868	735 764	120 518	87 332	1879	23 000 000	3 767 400	2 730 000
1869	1 685 229	276 040	200 029	1880	25 000 000	4 095 000	2 967 391
1870	1 704 465	279 491	202 312	1881	30 000 000	4 914 240	3 560 734
1871	1 375 523	225 311	163 269	1882	50 000 000	8 190 400	5 934 556
1872	1 535 981	251 594	182 315	1883	60 000 000	9 828 480	7 121 468
1873	3 951 575	647 268	469 035	1884	89 000 000	14 578 912	10 563 510
1874	4 862 643	796 501	577 175	1885	110 000 000	18 018 880	13 056 024
1875	5 809 043	951 621	689 580	1886	123 000 000	20 148 384	14 599 008

Die vorstehende Tabelle stammt vom kaiserl. Bergingenieur Gulischambaroff[1]) in Tiflis, einem der gründlichsten Kenner der russischen Erdöl-Industrie.

Die Productionszahlen sind ursprünglich in Pud angegeben, welche in metrische Centner (q) und unter der Zugrundelegung einer durchschnittlichen Dichte des Rohöls von 0,868 (nach Gulischambaroff) auf Barrels umgerechnet wurden (1 bl = 1,38 q).

Das übrige Rußland.

Nach einer gütigen brieflichen Mittheilung des Herrn Gulischambaroff[2]) betrug die Rohölerzeugung in den übrigen Gebieten Rußlands schätzungsweise:

Jahr	Gouv. Tiflis			Gouv. Jelisawetpol			Terskaia-Gebiet		
	Pud	Metr. Ctr.	Barrels	Pud	Metr. Ctr.	Barrels	Pud	Metr. Ctr.	Barrels
1879	84 244	13 799	10 221	950	155	115	135 793	22 243	16 477
1880	71 682	11 742	8 698	950	155	115	164 810	26 996	19 997
1881	60 925	9 979	7 392	3 200	524	389	139 145	22 791	16 882
1882	37 540	6 149	4 554	4 050	663	491	124 000	20 311	15 045
1883	17 000	2 785	2 063	3 715	608	450	110 000	18 018	13 347
1884	37 241	6 100	4 519	500	82	61	71 600	11 738	8 621
1885	40 694	6 664	4 936	85	14	11	68 000	11 138	8 250
1886	40 635	6 655	4 930	80	13	10	89 000	14 578	10 798

1) Map of the Apsheron Peninsula, second edition 1885 und handschriftliche Mittheilungen des Herrn Verfassers.

2) Die Originalangaben in Pud wurden auf Kilogramm und unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Dichte von 0,85 in Barrels umgerechnet.

Jahr	Dagestan-Gebiet			Kuban-Gebiet (Taman)		
	Pud	Metr. Ctr.	Barrels	Pud	Metr. Ctr.	Barrels
1879	2 394	392	290	64 670	10 593	7 847
1880	1 204	197	146	90 000	14 742	10 920
1881	1 460	239	177	35 000	5 733	4 240
1882	4 150	679	503	338 000	55 364	41 010
1883	700	114	84	224 000	36 691	27 179
1884	4 470	731	542	750 000	122 310	90 600
1885	3 800	611	452	1 060 000	173 628	128 613
1886	3 800	611	452	1 070 000	175 266	129 827

Oesterreich-Ungarn.

Bekanntlich deckt hier fast ausschließlich Galizien die Production. Die in der Bukowina, in Ungarn und Siebenbürgen gewonnenen Mengen sind gering und können mit Rücksicht auf die Mängel in den Schätzungen über die allein maßgebende Production Galiziens vernachlässigt werden.

Die erste auf das Jahr 1874 bezügliche Schätzung der galizischen Erdölerzeugung stammt von Windakiewicz[1]), welcher alle Gebiete bereiste und seine Totalangabe (373670 Wien. Ctr.) aus sorgfältig in den einzelnen Gebieten gesammelten Daten zusammenstellte.

Die Zahlen für die Jahre 1878 bis einschließlich 1883 verdanken wir Dr. H. Gintl[2]), welcher sich durch viele Jahre mit den Erzeugungsverhältnissen der galizischen Oelfelder beschäftigte und in seiner hervorragenden Stellung bei einer der wichtigsten Eisenbahnen Galiziens, auf deren Linien sich der Petroleumverkehr concentrirte, Gelegenheit hatte, möglichst verläßliche Schätzungen vorzunehmen.

Die jüngsten Zahlen verdanke ich privaten Mittheilungen von wohl informirten Interessentenkreisen.

Diese Zahlen werden entweder direct in metrischen Centnern angegeben oder es wurden die Originalzahlen in solche umgerechnet. Des Vergleiches wegen wurde die Production auch in Barrels mitgetheilt, wobei 1 bl = 1,30 q (durchschnittliche Dichte = 0,82) in Rechnung gesetzt wurde.

Es sei hier noch bemerkt, daß Znamirowski[3]), welchem wir eine sehr mühevolle Studie über die Arbeitsstatistik der galizischen Petroleumindustrie, veranlaßt von dem dortigen Naphthavereine, verdanken, die Production für das Jahr 1881 ebenfalls mit 400000 q angiebt, also übereinstimmend mit

[1]) Jahrbuch für die k. k. Bergakademien 1875.
[2]) Die Concurrenzfähigkeit des galiz. Petroleums. Wien 1885.
[3]) Przegląd stanu kopalú nafty i wosku ziemnego w Galicyi 1882.

Dr. H. Gintl, dessen Zahlen jedoch später veröffentlicht wurden. Die Lücken in den Zahlenreihen wurden durch Interpolation gefunden.

Nach den genannten Quellen läßt sich folgende Reihe anordnen, aus welcher entnommen werden kann, daß die Industrie mit dem Jahre 1878 einen ganz ungewöhnlichen Aufschwung nahm; denn bis zu diesem Jahre betrug die jährliche Steigerung etwa 7870 q, von da ab jedoch durchschnittlich etwa 60000 q.

Hierzu trug vorwiegend der rasche Aufschwung von Sloboda rungurska bei, welcher insbesondere durch die Thatkraft des Herrn von Szczepanowski bedingt wurde, welcher die galizische Production für das Jahr 1885 mit circa 600 000 q angab [1]).

Jahr	Metr. Ctr.	Barrels	Jahr	Metr. Ctr.	Barrels
1874	209 275	160 981	1881	400 000	307 692
1875	221 400	170 308	1882	461 000	354 615
1876	229 270	176 361	1883	510 000	392 308
1877	237 140	182 415	1884	570 000	438 461
1878	245 000	188 461	1885	650 000	500 000
1879	300 000	230 769	1886	750 000	571 538
1880	320 000	246 154			

Rumänien.

Darüber sind neuere Zahlen nicht in die Oeffentlichkeit gelangt; jene vom Jahre 1862 bis einschließlich 1873 stammen aus dem Werke von N. Cucu [2]) und sind zweifelsohne Schätzungen, wie dies mit Recht aus den gleichen Angaben für mehrere hinter einander folgende Jahre geurtheilt werden kann. Als Einheit ist der metrische Centner gewählt, welcher überdies noch unter Zugrundelegung der durchschnittlichen Dichte des rumänischen Rohöls von 0,82 in Barrels umgerechnet wurde. (S. Tabelle S. 153.)

Deutschland.

Preußen. An der Erdölerzeugung betheiligten sich die Regierungsbezirke Hildesheim, Hannover und Lüneburg der Provinz Hannover. Nachfolgende Zahlen (Seite 154) sind den fortlaufenden Jahrgängen der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preußischen Staate entnommen.

[1]) Stenogr. Protocoll d. Zollausschusses d. österr. Reichsrathes v. 23. Mai 1886.
[2]) Petroleul, derivatele si aplicatiunile lui. Bucuresci 1881, p. 249.

Jahr	Moldau		Wallachei						Rumänien zusammen	
	Bacău		Buzĕu		Práhova		Dimbovitza			
	metr. Ctr.	Barrels	metr. Ctr.	Barrels	metr. Ctr.	Barrels	metr. Ctr.	Barrels	metr. Ctr.	Barrels
1862	15 130	11 638			5 000	3 846	10 000	7 692	30 130	23 177
1863	15 130	11 638			6 000	4 615	15 000	11 538	36 130	27 792
1864	15 130	11 638			7 500	5 769	20 000	15 385	42 630	32 792
1865	15 130	11 638			10 000	7 692	25 000	19 231	50 130	38 562
1866	13 755	10 781			10 000	7 692	30 000	23 077	53 755	41 350
1867	13 755	10 781	12 000	9 231	12 000	9 231	33 000	25 385	70 755	54 427
1868	14 415	11 088	14 000	10 769	15 000	11 538	35 000	26 923	78 415	60 319
1869	14 415	11 088	20 000	15 385	12 000	9 231	35 000	26 923	81 415	62 627
1870	14 360	11 046	46 544	35 800	10 000	7 692	35 000	26 923	105 904	81 465
1871	34 500	26 154	49 765	38 281	16 000	12 308	25 000	19 231	125 265	96 357
1872	19 000	14 615	67 965	52 281	15 000	11 538	25 000	19 231	126 965	97 665
1873	17 700	13 615	86 532	66 563	15 000	11 538	20 000	15 385	139 232	107 102
1874										
1875										
1876										
1877	70 000 [1]	53 846								
1878										
1879	120 000 [2]	92 308								
1880	120 000 [2]	92 308								
1881	140 000	107 692	110 000 [2]	84 615	70 000 [2]	53 846	30 000 [2]	23 077	350 000	269 230

[1] Nach Dr. H. Gintl in d. Monatsschrift für den Orient, Nr. 2, 1878. [2] Nach Dr. H. Gintl in d. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, 1883, S. 468 u. 499.

Jahr	Metr. Ctr.	Barrels	Jahr	Metr. Ctr.	Barrels
1872	—	—	1880	2 560	1 809
1873	385	272	1881	28 710	20 288
1874	385	272	1882	59 890	42 322
1875	385	272	1883	24 950	17 631
1876	450	318	1884	36 330	25 673
1877	—	—	1885	26 950	19 044
1878	—	—	1886	26 710	18 875
1879	467	330			

Elsaß-Lothringen[1]). Der gütigen Mittheilung der Herren geheimen Ober-Regierungsrathes Mosler in Berlin und des Regierungsrathes von Albert in Straßburg verdanke ich nachstehende officielle Ziffern, welche ursprünglich in metrischen Centnern (q) angegeben sind und unter Zugrundelegung einer Dichte = 0,88 in Barrels umgerechnet wurden.

Jahr	Metr. Ctr.	Barrels	Jahr	Metr. Ctr.	Barrels
1872	ca. 7 500	5 360	1880	ca. 5 266	3 763
1873	16 615	11 874	1881	6 187	4 422
1874	8 532	6 098	1882	10 848	7 753
1875	7 425	5 306	1883	5 990	4 281
1876	5 476	3 913	1884	13 875	9 916
1877	8 647	6 180	1885	15 433	11 030
1878	8 450	6 039	1886	38 449	27 479
1879	9 240	6 604			

Die Hauptproduction entfällt dermalen auf Pechelbronn.

Das gesammte Deutsche Reich erzeugte, nach den Publikationen des kaiserlichen statistischen Amtes, an Rohöl:

[1]) Mittheilungen aus der Verwaltung von Elsaß-Lothringen während der Jahre 1871 bis 1878.

Jahr	Metr. Ctr.	Barrels [1])	Jahr	Metr. Ctr.	Barrels [1])
1872	40 937	2 909	1880	13 090	9 303
1873	17 000	12 082	1881	41 080	29 197
1874	8 917	6 338	1882	81 576	57 979
1875	7 810	5 551	1883	37 550	26 617
1876	5 927	4 213	1884	64 900	46 127
1877	8 647	6 146	1885	58 150	41 329
1878	8 450	6 006	1886		
1879	18 948	13 467			

Italien.

Nachstehende Productionszahlen wurden den amtlichen Publikationen der italienischen Regierung entnommen, welche zum Theile durch die Studien und Bearbeitungen des Herrn k. k. Oberbergrathes C. Ritter von Ernst[2]) in Wien allgemeiner zugänglich wurden. Die ursprünglichen Angaben sind in Tonnen, à 10 q, und wurden unter Zugrundelegung eines Barrelgewichtes von 1,3 q in Barrels umgerechnet.

Jahr	Metr. Ctr.	Barrels	Jahr	Metr. Ctr.	Barrels
1878	6020	4631	1882	1830	1408
1879	4020	3092	1883	2250	1731
1880	2830	2177	1884	3970	3054
1881	1720	1323	1885	2700	2077

Indien.

A. Punjab. Nach B. S. Lyman's Report on the Punjab oil lands (1871) betrug daselbst die Erzeugung an Rohöl im Jahre 1870 im District Bannu 1400 Gall., Rawalpineli 2000 Gall. Rechnet man für sämmtliche übrigen Erdölvorkommen dieser Provinz 1000 Gall., so belief sich die Gesammt-

[1]) Die Originaldaten wurden unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Dichte von 0,885 in Barrels umgerechnet.

[2]) Oesterr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen, Jahrg. 1883, S. 636; 1887, S. 600 und gütige private Mittheilungen.

production Punjabs auf 4400 Gall. = 105 bls, sie ist somit belanglos gewesen. Nach neueren Nachrichten von Medlicott und Marvin zu urtheilen, hat hier die Industrie bisher keinen nennenswerthen Aufschwung erlebt, so daß die gegebenen Productionsziffern annähernd auch heute noch erreicht werden dürften.

B. Arakan. Das Boronger Oelfeld liegt auf der Westseite Hinterindiens; die jährliche Erzeugung desselben war 1883 laut officiellem Berichte 2343000 Gall.[1]) = 5580 bls. Nach der unten angegebenen Quelle hat jedoch die Gesellschaft bald nach diesen Erfolgen ihre Zahlungen eingestellt.

C. Burma. Das Rangunöl ist längst und weit bekannt. Das Oelgebiet liegt bei Yenanghoung an der Ostseite des Irrawaddy; Rangun ist die Hafenstadt, zu welcher jährlich bei 1 Mill. Gallonen (24000 bls) verschifft und daselbst raffinirt werden (64 Proc. Leuchtölausbringen). Marvin[2]) nimmt die Tageserzeugung im Oelgebiete für 1877 mit 6000 Gall. an, woraus bei 360 Tagen eine Jahresproduction von 51430 bls resultirt.

Nach C. Zincken[3]) wird letztere auf 7 Millionen Viß (à 2,28 engl. lvs) geschätzt. Die Dichte des Rohöls wurde von Friedländer mit 0,862 bestimmt, woraus sich die Jahreserzeugung mit 52300 bls berechnet. Ob Zincken und Marvin aus gleicher Quelle schöpften, — keiner der beiden Autoren nennt sie, — ist fraglich.

Die Erdölerzeugung bei Yenanghoung wird von Medlicott für uralt, wahrscheinlich prähistorisch, gehalten. Aus dem letzten Jahrhunderte liegen uns Schätzungen vor, welche beträchtlich höhere Productionszahlen als die gegenwärtigen ergeben; so war nach Symes die Erzeugung 1795 bei 90000 t, nach Hannay 1835 bei 93000 t.

Die dermalige Erzeugung Indiens kann auf Grund der vorstehenden Mittheilungen angenommen werden:

Punjab . . .	105 bls
Burma . . .	52000 „
Indien . . .	52105 bls.

Japan.

Der von der japanesischen Regierung zur Untersuchung der Oelfelder Japans berufene Canadier B. S. Lyman[4]) schätzte für das Jahr 1876 die Rohölerzeugung in der Provinz

[1]) Durch H. B. Medlicott: Note on the Occurence of Petroleum in India (Rec. geol. Survey of India 1886, 19, 203).

[2]) England as a Petroleum Power 1887.

[3]) Geol. Horizonte foss. Kohlen ꝛc., S. 339.

[4]) Reports on the Yamukushinai etc. oil lands.

Echigo mit 9 500 bls,
Shinano „ 1 900 „
zusammen 11 490 bls.

Nach Peckham[1]) hat jedoch die amerikanische Concurrenz in den späteren Jahren die heimische Erzeugung fast gänzlich vernichtet.

Die Erdölerzeugung der ganzen Erde.

Die in den voranstehenden Einzelheiten gegebenen Productionszahlen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

	1885	1878	1873	1864
	Barrels			
Verein. Staaten Nordamerikas	21 842 041	15 398 868	10 000 000 [2])	2 611 300
Canada	250 000	312 000	365 052	90 000
Deutschland	41 329	6 006	12 082	
Oesterreich-Ungarn	500 000	188 461	152 000	
Rumänien	350 000 [3])	200 000 [3])	107 102	32 792
Italien	2 077	4 631		
Rußland: Halbinsel Apscheron	13 056 024	2 373 912	469 035	63 858
„ übriges	142 262	30 000		
Indien	52 100	52 100		
Japan	—	11 490		
Peru, China u. and. Staaten	300 000	200 000		
Gesammterzeugung	36 535 833	18 777 468		

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, daß in dem siebenjährigen Zeitraume von 1878 bis 1885 sich die Rohölproduction der Erde nahezu verdoppelte, wozu insbesondere der rasche Aufschwung Baku's beitrug. Da jedoch das Rohöl dieser Localität ein viel geringeres Ausbringen (30 bis 33 Proc.) an Leuchtöl wie jenes von den Vereinigten Staaten Nordamerikas (75 Proc.) aufweist, so ist die Erzeugung an Leuchtöl nicht im gleichen Maße gestiegen. Dieser entsprechen folgende Zahlen.

[1]) Report on the Production etc. of Petroleum p. 17.

[2]) Dieser Werth erscheint gegenüber der Specialtabelle (S. 148) um 100 000 Barrels höher, da in dieser die Production von West-Virginien, Ohio, Kentucky, Tennessee und Californien nicht berücksichtigt wurde.

[3]) Diese Zahlen wurden durch Interpolirung aus den Angaben von Cucu und Gintl gefunden.

Erzeugung an Leuchtöl im Jahre:

	1885	1878
	Barrels	
Vereinigte Staaten Nordamerikas	16 381 500	11 519 200
Halbinsel Apscheron (Rußland)	3 916 800	712 200
Die übrigen Gebiete (60 Proc. Ausbringen) . .	993 000	602 800
Leuchtölproduction der Erde . . .	21 291 300	12 834 200

Was den Werth der Rohölerzeugung anbelangt, so sei Folgendes hervorgehoben:

Nach Stowell[1]) betrug in Pennsylvanien und New-York im Jahre 1885 der Durchschnittspreis des Rohöls 0,88 Dollars; es berechnet sich auf dieser Basis der Werth der Production der Vereinigten Staaten Nordamerikas und Canadas auf 19440995 Dollars.

Nach Gulischambaroff[2]) betrug im Jahre 1885 der Durchschnittspreis eines Pud Rohöl in Baku 4 Kopeken. Die Erzeugung der Halbinsel Apscheron belief sich auf 110000000 Pud, hatte somit einen Werth von 4,4 Mill. Rubel. Das übrige Rußland erzeugte 1172579 Pud; der Preis für ein Pud kann hier mit durchschnittlich 6 Kopeken angenommen werden, so daß sich der Werth dieser Production auf 46 900 Rubel, und jener der Erzeugung des ganzen russischen Reiches auf 4446900 Rubel beläuft.

Nach einer gütigen Mittheilung des Herrn Hans Urban in Wien Redacteurs der insbesondere der Petroleumindustrie dienenden Allgemeinen österreichischen Chemiker- und Techniker-Zeitung, war im Jahre 1885 in Galizien der Durchschnittspreis eines metrischen Centners Rohöl 5 fl; es entspricht somit der dortigen Jahresproduction von 650000 q ein Werth von 3250000 fl.

In Rumänien stellte sich der Preis des Rohöls per 1 q zu 8 Frcs. oder per 1 bl zu 10,4 Frcs.; es ist somit der Werth der 350 000 bls betragenden Production mit 3 640 000 Frcs. einzusetzen.

Im Jahre 1885 waren folgende Durchschnitts-Course: 1 Dollar = 4,17 Mk. (deutsche Reichswährung), 1 Papier-Rubel = 2,04 Mk., 1 Mk. = 0,612 Gulden ö. W., 1 Frc. = 0,80 Mk. Bewerthet man die verbleibenden 395 500 bls der übrigen Staaten mit nur 10 Mk. per 1 bl, so gelangt man zu folgenden Zahlen:

[1]) Mineral Resources of the United States for 1885.

[2]) Map of the Apsheron Peninsula, second edition.

	Deutsche Reichsmark
Nordamerika	81 069 000
Rußland.	9 072 000
Oesterreich	5 310 000
Rumänien	2 912 000
Die übrigen Staaten	3 955 000
Gesammtwerth der Rohölproduction der Erde	102 318 000 Mk. oder 61 159 000 österr. Goldgulden.

Aus dieser Zusammenstellung geht die hohe Bedeutung der amerikanischen Production klar hervor. Ferner entnimmt man aus ihr die relativ geringe finanzielle Bedeutung der russischen Production, welche dem Quantum nach so bedeutend hervortritt. Hingegen erringt die Werthziffer Oesterreichs mit Rücksicht auf die verhältnißmäßig geringe Erzeugung gegenüber jener Rußlands einen sehr befriedigenden Stand.

Nachträge.

Das vorliegende Buch war bereits im Druck, als die beiden vom Vereine zur Beförderung des Gewerbfleißes preisgekrönten Arbeiten in dessen Verhandlungen erschienen; es sind dies:

1) Ueber die deutschen Rohpetrole, deren Untersuchung und Verarbeitung. Von Dr. G. Krämer und Dr. W. Böttcher, 2) Die deutschen Erdöle. Von Dr. C. Engler.

Der rein chemische Theil der ersteren Arbeit bringt gegenüber den von diesen Herren Verfassern früher veröffentlichten Studien nichts wesentlich Neues, während der technologische Theil außerhalb des Rahmens dieses Buches fällt.

Hingegen bietet die Abhandlung des Herrn Hofrath Dr. C. Engler, obzwar sie sich hauptsächlich mit technischen Fragen beschäftigt, mehrfach Neues, welches hier nachgetragen werden soll.

Zu Seite 29. Nach Le Bel steigt die Dichte des Pechelbronner Erdöls (Elsaß), welche bereits von St. Claire-Deville mit 0,968 angegeben wurde, ebenfalls bis auf 0,97.

Die Dichte des Oels der Springquellen dieses Gebietes schwankt zwischen 0,878 bis 0,907, des aus den Schächten geförderten zwischen 0,950 bis 0,970. Nach Engler's Messungen hat das dermalen bei Oelheim gewonnene Oel 0,895 bis 0,915 Dichte.

Zu Seite 33. Ragosine[1]) giebt folgende Zusammenstellung:

Erdöl von	Dichte	Ausdehnungs-Coëfficient	Erdöl von	Dichte	Ausdehnungs-Coëfficient
Pennsylvanien	0,816	0,000 840	West-Galizien	0,885	0,000 775
Canada	0,828	0,000 843	Ohio	0,887	0,000 748
Schwabweiler (Elsaß) .	0,829	0,000 843	Benkendorff (Baku) . .	0,890	0,000 784
Virginien	0,841	0,000 839	Oedesse (Hannover) . .	0,892	0,000 772
Schwabweiler (Elsaß) .	0,861	0,000 858	Pechelbronner Grubenöl	0,892	0,000 792
Wallachei	0,862	0,000 808	Wallachei	0,901	0,000 748
Ost-Galizien	0,870	0,000 813	Oberg (Hannover) . .	0,944	0,000 662
Rangun	0,875	0,000 744	Wietze (Hannover) . .	0,955	0,000 647
Kaukasien	0,882	0,000 817			

Aus dieser Tabelle ergiebt sich im großen Ganzen die Richtigkeit der bereits Seite 33 erwähnten Gesetzmäßigkeit.

---

[1]) Naphtha und Naphtha-Industrie. St. Petersburg 1884.

Zu Seite 34. Nach Engler's Untersuchungen steht auch das Lichtbrechungsvermögen der Erdöle im Zusammenhange mit ihrer Dichte und ihrem Siedepunkte und zwar derart, daß mit steigendem Siedepunkte und zunehmender Dichte der Fractionen ein und derselben Erdölsorte der Refractionsindex zunimmt. Ferner wies er nach, daß die Brechungsmittel gleichsiedender Fractionen verschiedener Erdölsorten nicht gleich, sondern diesen letzteren specifisch eigenthümlich und von einander verschieden sind, ähnlich wie dies auch bei den Dichten der Fractionen der Fall ist. Einerseits zeigen in optischer Hinsicht die Erdöle von Tegernsee, Pechelbronn und Pennsylvanien, andererseits jene von Oelheim und Baku große Aehnlichkeit, die sich auch anderartig nachweisen läßt.

Der Brechungsindex schwankt für Fractionen, bei 140 bis 160° erhalten, zwischen 1,421 (Pechelbronn) und 1,436 (Baku), bei 290 bis 310° erhalten, zwischen 1,462 (Pechelbronn) und 1,480 (Oelheim); Baku kommt mit 1,475 zunächst.

Zu Seite 45. Das Pechelbronner Springquellenöl besteht vorwiegend aus einer Mischung verschiedener Glieder der Methanreihe, von welchen bisher Engler normales Pentan, Hexan und Nonan (?) isolirte.

Die gesättigten Kohlenwasserstoffe und die Naphthene bilden den wesentlichen Antheil der Hannoverschen Erdöle, von welchen dermalen jene von Oelheim und Wietze technisch von Bedeutung sind.

Das Erdöl von Tegernsee besteht wahrscheinlich vorwiegend aus gesättigten Kohlenwasserstoffen.

Zu Seite 46. Der Paraffingehalt des Erdöls der Pechelbronner Springquellen beträgt nach Engler 1 bis 2 Proc., ist hingegen in jenem von Oelheim und wahrscheinlich auch in jenem von Wietze bei Celle sehr gering.

Zu Seite 52. In den Erdölen der Pechelbronner Springquellen, von Schwabweiler, von Oelheim (hier in verhältnißmäßig größerer Menge) und von Tegernsee wies Engler Mesitylen und Pseudocumol in Form von Nitro- oder von Bromderivaten nach; nach den übrigen Gliedern der Benzolreihe wurde nicht gesucht, weil sich Engler damit begnügte, derartige aromatische Körper überhaupt in den deutschen Oelen nachgewiesen zu haben, da ihre Anwesenheit beweist, daß die Erdöle durch trockene Destillation entstanden sein müssen.

Zu Seite 56. Der große Koksrückstand des Elsässer Oels zeigt auf einen hohen Gehalt an asphaltartigen Körpern hin.

Zu Seite 61. Engler stellt die Ergebnisse seiner unter stets gleichen Verhältnissen vorgenommenen chemisch-technischen Untersuchungen in folgender Tabelle zusammen.

Rohes Erdöl von		Spec. Gewicht bei 17°	Beginn des Siedens °C.	Bis 130°	130—150°	150—170°	170—190°	190—210°	210—230°	230—250°	250—270°	270—290°	290—300°	Bis 150° (Essenzen)	150—300° (Brennöl)	Ueber 300° (Rückstände)
				Volumprocente												
Pechelbronn (Elsaß) I, Bohrloch 146	cc	0,906	155				1,5	1,5	4,5	5,5	6,0	6,5	5,0	—	30,5	69,5
	gr						0,9	1,4	3,2	4,4	4,9	5,4	4,6	—	24,8	—
Pechelbronn II, Bohrloch 213	cc	0,885	98	6	4	4	4	3,5	3,5	3	4,5	4	3	10	29,5	60,1
	gr			4,3	2,8	3	3,2	2,9	2,9	2,4	3,6	3,7	2,6	7,1	24,3	—
Oelheim (Hannover) . . .	cc	0,899	170	—	—	—	4,75	5,25	6	4	5	5	2	—	32	68
	gr			—	—	—	3,2	2,6	4,8	3,4	4,3	4,3	1,8	—	24,4	—
Tegernsee	cc	0,815	55	16	8	6	5,5	4,5	5,5	5,5	6,5	5,5	4	24	43	33
	gr			11,7	6,1	4,8	4,2	3,7	4,3	4,5	5,1	4,7	2,9	17,8	34,4	—
Pennsylvanien I	cc	0,8175	82	15	6	5	5	5	5,75	4,75	6	4,75	2	21	38,25	40,75
	gr			10	4,6	4	4	4,1	4,5	3,8	5	4,0	1,7	14,6	31,1	—
Pennsylvanien II	cc	0,8010	74	24,5	7	4,5	4,5	6,5	5	4,75	3,25	4	2,5	31,5	35,0	33,5
	gr			16,8	4,7	3,2	3,3	4,8	4,3	4,2	3	3,9	2,5	21,5	29,2	—
Galizien (Sloboda)	cc	0,8235	90	16	10,5	10,25	6,5	6,5	7	6,75	6	3,5	0,5	26,5	47	26,5
	gr			11,3	7,6	7,6	5,2	5,3	5,6	5,5	5,6	2,8	0,45	18,9	38,05	—
Baku (Bibi-Eybat)	cc	0,8590	91	16	7	6,5	6,5	5	5	5	5,5	3,5	1	23	38	39
	gr			11	5,7	4,9	5,1	4,1	4,2	4,2	4,7	3,1	0,9	16,7	31,2	—
Baku (Balathani-Sabuntschi)	cc	0,810	105	3,75	4,75	5,5	4,75	5,25	5,0	7	4,75	5,5	1,75	8,5	39,5	52
	gr			2,7	3,4	4,3	4	4,3	4,1	5 6	4,1	4,6	1,6	6,1	32,6	—

Zu Seite 65. Die Erdgase von Pechelbronn (Elsaß) untersuchte Engler, und zwar I. das Salzwassergas Nr. 1, welches mit salzigem Wasser continuirlich der Erde entströmt und für Heizzwecke im Laboratorium verwendet wird; II. das Salzwassergas Nr. 2 und III. das Erdölgas, welches in den Springquellen mit hervorsprudelt.

Bestandtheile	I.			II.	III.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	Volumprocente					
Sumpfgas	73,6	74,2	73,4	68,2	77,3	77,3
Oelbildendes Gas und Olefine	4,0	4,1	4,0	3,4	4,8	4,8
Kohlensäure	2,2	2,0	2,2	2,9	3,6	3,6
Kohlenoxyd	3,0	3,0	3,2	3,7	3,5	3,4
Sauerstoff	—	—	—	4,3	1,8	2,0
Stickstoff (Rest)	17,2	16,7	17,2	16,9	8,9	9,0

In dem Salzwassergase Nr. 1 (I.) wurden freier Sauerstoff und Wasserstoff vergeblich gesucht. Engler nimmt an, daß der Stickstoff aus der Luft herrührt, die ursprünglich mit dem Erdöle in Berührung war und ihren Sauerstoff allmälig an dieses abgab, so daß nur noch Stickstoff zurückblieb. In II. und III. wurden der Sauerstoff und Stickstoff direct auf atmosphärische Luft bezogen.

Eigenthümlich ist für das Pechelbronner Erdgas der hohe Gehalt an Kohlenoxyd; er stützt — nach Engler — die Hypothese, welche das Erdöl durch trockene Destillation entstehen läßt, ebenso jene Mendelejeff's, und spricht gegen die Voraussetzung eines Gährungprocesses.

Sachregister.

(Die Zahlen beziehen sich auf die Seiten.)

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

J.

K.

L.

Personenregister.

A.

B.

C.

D.

E.

V.

W.

X.

Z.

Ortsregister.

A.

B.

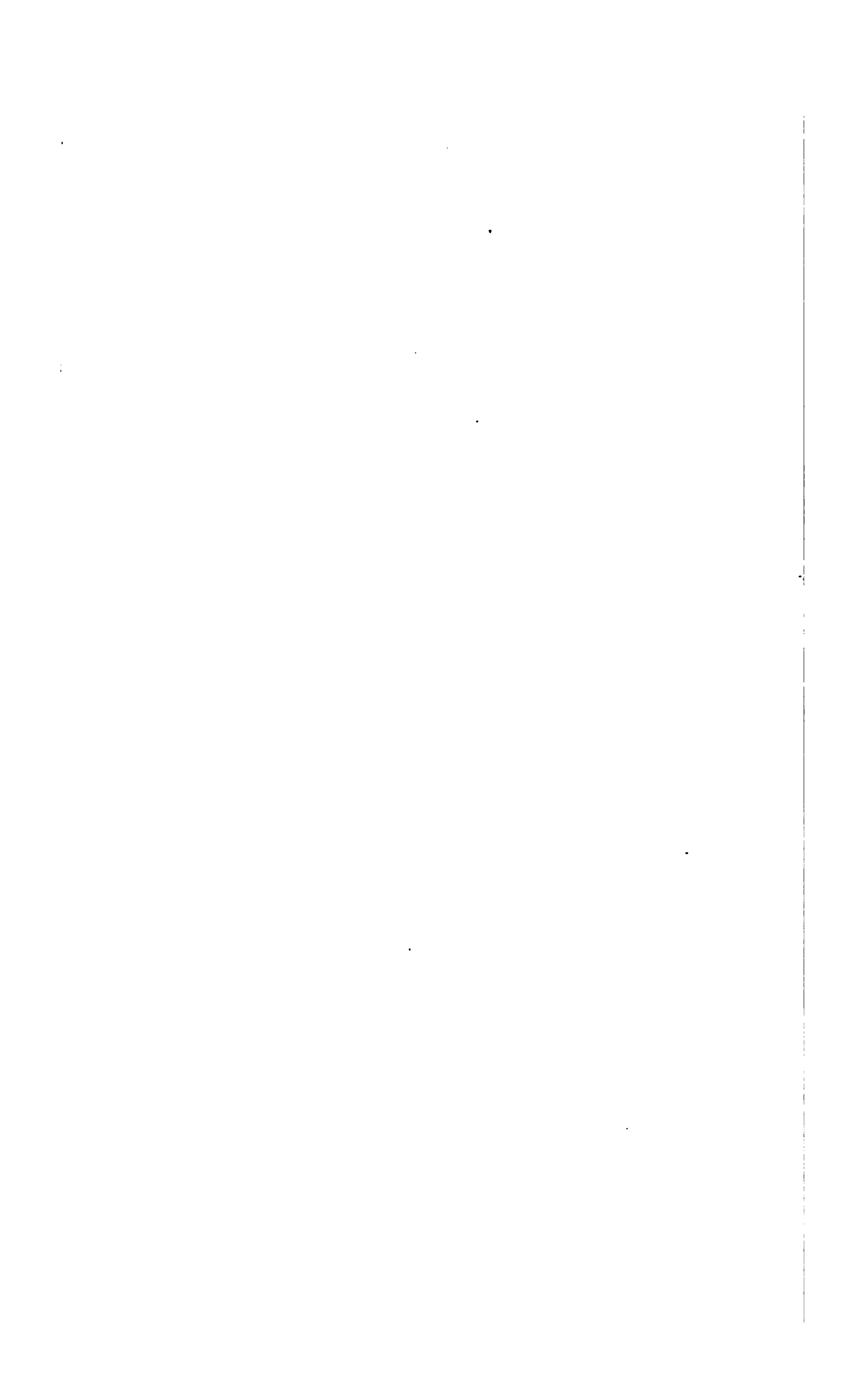
G.

H.

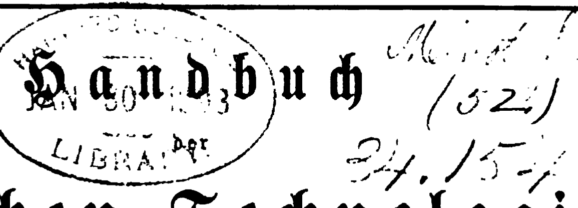
J.

K.

L.



Bolley's Technologie. 52. (Bd. I. 2. 2. I. 2.)



Handbuch der chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet
und herausgegeben
von

Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von

Dr. C. Engler,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Ersten Bandes zweite Gruppe, zweite Abtheilung:

Die Industrie der Mineralöle.

Erster Theil:

Die Erdöl-Industrie

von

Hans Höfer und Alexander Veith.

Zweite Lieferung:

Das Erdöl (Petroleum) und seine Verarbeitung

von

Dr. Alexander Veith.

Mit eingedruckten Abbildungen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1892.

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit der Herren Herausgeber, der Herren Mitarbeiter und der Verlagshandlung lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden;
5. Die rasche Erscheinung ist durch das Zusammenwirken vieler und ausgezeichneter Kräfte gesichert.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Handbuch

der

chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet
und herausgegeben
von

Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von

Dr. C. Engler,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Ersten Bandes zweite Gruppe, zweite Abtheilung:

Die Industrie der Mineralöle.

Erster Theil:

Die Erdöl-Industrie

von

Hans Höfer und Alexander Veith.

Zweite Lieferung:

Das Erdöl (Petroleum) und seine Verarbeitung

von

Dr. Alexander Veith.

Mit eingedruckten Abbildungen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1892.

Das Erdöl

(Petroleum)

und seine Verarbeitung.

Gewinnung,
Verarbeitung, Untersuchung, Verwendung
und Eigenschaften des Erdöles

von

Dr. Alexander Veith.

Mit 365 in den Text eingedruckten Abbildungen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1892.

Vorwort.

Die Industrie des Erdöls, welche sich im Verlaufe von etwa 30 Jahren in nicht geahnter Weise bis zu ihrem heutigen Umfange und ihrer heutigen wirthschaftlichen Bedeutung entwickelt hat, weist trotz der Reichhaltigkeit und Vorzüglichkeit der einschlägigen Fachliteratur, welche besonders das Vorkommen und die Natur des Erdöls und seiner Derivate bespricht, kein zusammenfassendes und vollständiges, aus Technikerkreisen entstammendes Handbuch auf, welches sowohl den Praktiker im Betriebe unterstützen, als auch den Studirenden in diesen Theil der technologischen Chemie einzuführen vermag.

Hans Höfer hat in seinem bekannten Buche „Das Erdöl und seine Verwandten“ sich über die Naturgeschichte des Erdöls verbreitet und damit die Grundlage zu einem Anschluß des technologischen Theiles gelegt. Ich habe es mir nun zur Aufgabe gemacht, in diesem Sinne anzuknüpfen, bei welcher Aufgabe ich durch das freundliche Entgegenkommen und das Vertrauen des Herrn Geheimen Hofrath Engler, des Redacteurs des Bolley'schen Werkes, unterstützt wurde. Ich rechne es mir zur angenehmsten Pflicht, demselben für die Antheilnahme und Förderung bei Abfassung dieses Buches meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Seit einer Reihe von Jahren in directer Beziehung zur Praxis stehend und mit den praktischen Verhältnissen der Industrie des Erdöls vertraut, suchte ich alle jene Thatsachen ausführlich zu behandeln, von denen ich voraussetzen konnte, daß sie sowohl für den Praktiker als auch den Theoretiker von Werth und Interesse sein können. Es finden zunächst die Eigenschaften des rohen Erdöls, seine Gewinnung, der Transport desselben u. s. w. gebührend Erwähnung. Alsdann folgt die eigentliche Verarbeitung des rohen Erdöls auf Petroleum, Oele und andere Nebenproducte, ein Capitel, welches wegen seiner Wichtig-

keit für den Techniker besonders eingehend behandelt wurde. In diesem Theile sind auch alle empfehlenswerthen Fabrikationsmethoden, nach denen in Amerika, Rußland u. s. w. gearbeitet wird, eingehend beschrieben.

Weiters werden die allgemeinen Directiven gegeben, die bei der Neuanlage einer Fabrik in Betracht gezogen werden müssen. Ein eigener Abschnitt ist dem eigentlich analytischen Theile, den Untersuchungsmethoden, gewidmet, wobei besonders diejenigen, welche sich in der Praxis als die brauchbarsten und geeignetsten erwiesen haben, in erster Linie Berücksichtigung finden. Ferner werden die Eigenschaften und Verwendungsarten der Erdölproducte ausführlich behandelt, und dabei sind auch die in Betracht kommenden Apparate, wie Lampen u. s. w., in ihren verschiedenen Constructionen besprochen. Dem Erd- und Oelgas ist ein Capitel gewidmet und in dem abschließenden Theile eine statistische Zusammenstellung über diese Industrie beigegeben.

Es ist mir eine Genugthuung, an dieser Stelle sämmtlichen Herren Fachgenossen, die mir bei der Abfassung des Werkes mit Rath und That behülflich gewesen sind, meinen besten Dank auszusprechen. In erster Linie Herrn Dr. C. Schestopal als treuen Mitarbeiter und Helfer. Ferner bin ich den Herren: Director Dr. Lew für die Unterstützung bei Abfassung des Capitels der Erdölheizung, Professor Hans Höfer, Director Schmidt und L. Hirsch bei der Firma Schibajeff & Co., Baku, Redacteur Jos. D. Weeks, Pittsburg, Redacteur Hans Urban, Wien, A. Fauck und nicht zum geringen Theile den geologischen und statistischen Büreaux der Vereinigten Staaten von Nordamerika zu Dank verpflichtet, von denen allen mir durch ihre Beziehungen resp. Beschäftigung in den verschiedenen Erdölcentren sehr werthvolle und interessante Nachrichten zugekommen sind.

Pardubitz, im September 1892.

Dr. Alexander Veith.

Inhaltsverzeichniß.

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit der Herren Herausgeber, der Herren Mitarbeiter und der Verlagshandlung lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden;
5. Die rasche Erscheinung ist durch das Zusammenwirken vieler und ausgezeichneter Kräfte gesichert.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Handbuch
der
chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet
und herausgegeben
von
Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von
Dr. C. Engler,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Ersten Bandes zweite Gruppe, zweite Abtheilung:

Die Industrie der Mineralöle.

Erster Theil:

Die Erdöl-Industrie

von
Hans Höfer und Alexander Veith.

Zweite Lieferung:

Das Erdöl (Petroleum) und seine Verarbeitung

von
Dr. Alexander Veith.

Mit eingedruckten Abbildungen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1892.

Das Erdöl

(Petroleum)

und seine Verarbeitung.

Gewinnung,
Verarbeitung, Untersuchung, Verwendung
und Eigenschaften des Erdöles

von

Dr. Alexander Veith.

Mit 365 in den Text eingedruckten Abbildungen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1892.

Vorwort.

Die Industrie des Erdöls, welche sich im Verlaufe von etwa 30 Jahren in nicht geahnter Weise bis zu ihrem heutigen Umfange und ihrer heutigen wirthschaftlichen Bedeutung entwickelt hat, weist trotz der Reichhaltigkeit und Vorzüglichkeit der einschlägigen Fachliteratur, welche besonders das Vorkommen und die Natur des Erdöls und seiner Derivate bespricht, kein zusammenfassendes und vollständiges, aus Technikerkreisen entstammendes Handbuch auf, welches sowohl den Praktiker im Betriebe unterstützen, als auch den Studirenden in diesen Theil der technologischen Chemie einzuführen vermag.

Hans Höfer hat in seinem bekannten Buche „Das Erdöl und seine Verwandten" sich über die Naturgeschichte des Erdöls verbreitet und damit die Grundlage zu einem Anschluß des technologischen Theiles gelegt. Ich habe es mir nun zur Aufgabe gemacht, in diesem Sinne anzuknüpfen, bei welcher Aufgabe ich durch das freundliche Entgegenkommen und das Vertrauen des Herrn Geheimen Hofrath Engler, des Redacteurs des Bolley'schen Werkes, unterstützt wurde. Ich rechne es mir zur angenehmsten Pflicht, demselben für die Antheilnahme und Förderung bei Abfassung dieses Buches meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Seit einer Reihe von Jahren in directer Beziehung zur Praxis stehend und mit den praktischen Verhältnissen der Industrie des Erdöls vertraut, suchte ich alle jene Thatsachen ausführlich zu behandeln, von denen ich voraussetzen konnte, daß sie sowohl für den Praktiker als auch den Theoretiker von Werth und Interesse sein können. Es finden zunächst die Eigenschaften des rohen Erdöls, seine Gewinnung, der Transport desselben u. s. w. gebührend Erwähnung. Alsdann folgt die eigentliche Verarbeitung des rohen Erdöls auf Petroleum, Oele und andere Nebenproducte, ein Capitel, welches wegen seiner Wichtig-

keit für den Techniker besonders eingehend behandelt wurde. In diesem Theile sind auch alle empfehlenswerthen Fabrikationsmethoden, nach denen in Amerika, Rußland u. s. w. gearbeitet wird, eingehend beschrieben.

Weiters werden die allgemeinen Directiven gegeben, die bei der Neuanlage einer Fabrik in Betracht gezogen werden müssen. Ein eigener Abschnitt ist dem eigentlich analytischen Theile, den Untersuchungsmethoden, gewidmet, wobei besonders diejenigen, welche sich in der Praxis als die brauchbarsten und geeignetsten erwiesen haben, in erster Linie Berücksichtigung finden. Ferner werden die Eigenschaften und Verwendungsarten der Erdölproducte ausführlich behandelt, und dabei sind auch die in Betracht kommenden Apparate, wie Lampen u. s. w., in ihren verschiedenen Constructionen besprochen. Dem Erd- und Oelgas ist ein Capitel gewidmet und in dem abschließenden Theile eine statistische Zusammenstellung über diese Industrie beigegeben.

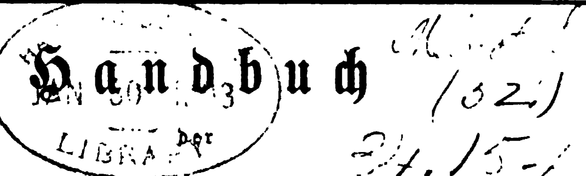
Es ist mir eine Genugthuung, an dieser Stelle sämmtlichen Herren Fachgenossen, die mir bei der Abfassung des Werkes mit Rath und That behülflich gewesen sind, meinen besten Dank auszusprechen. In erster Linie Herrn Dr. C. Schestopal als treuen Mitarbeiter und Helfer. Ferner bin ich den Herren: Director Dr. Lew für die Unterstützung bei Abfassung des Capitels der Erdölheizung, Professor Hans Höfer, Director Schmidt und L. Hirsch bei der Firma Schibajeff & Co., Baku, Redacteur Jos. D. Weeks, Pittsburg, Redacteur Hans Urban, Wien, A. Fauck und nicht zum geringen Theile den geologischen und statistischen Büreaux der Vereinigten Staaten von Nordamerika zu Dank verpflichtet, von denen allen mir durch ihre Beziehungen resp. Beschäftigung in den verschiedenen Erdölcentren sehr werthvolle und interessante Nachrichten zugekommen sind.

Pardubitz, im September 1892.

Dr. Alexander Veith.

Inhaltsverzeichniß.

Bolley's Technologie. 52. (Bd. I. 2. 2. I. 2.)



Handbuch der chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet
und herausgegeben
von
Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von
Dr. C. Engler,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Ersten Bandes zweite Gruppe, zweite Abtheilung:

Die Industrie der Mineralöle.

Erster Theil:

Die Erdöl-Industrie

von
Hans Höfer und Alexander Veith.

Zweite Lieferung:

Das Erdöl (Petroleum) und seine Verarbeitung

von
Dr. Alexander Veith.

Mit eingedruckten Abbildungen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1892.

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit der Herren Herausgeber, der Herren Mitarbeiter und der Verlagshandlung lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden;
5. Die rasche Erscheinung ist durch das Zusammenwirken vieler und ausgezeichneter Kräfte gesichert.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Holzstiche
aus dem xylographischen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunschweig.

Papier
aus der mechanischen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhausen
bei Braunschweig.

Im Jahre 1811 besuchte Dr. Nicholas Nugent Westindien und beschrieb bei seiner Rückkehr nach England den berühmten Pechsee von Trinidad in der Nähe der Mündung des Orinoco [1]). Von 1820 bis 1830 beschäftigten sich viele Gelehrte mit der Erforschung bituminöser Substanzen; so berichtete Georg Knox an die „Royal Society" von Großbritannien über die weite Verbreitung derselben in der Natur. Reichenbach [2]) entdeckte im Jahre 1824 in den Destillationsproducten des Holzes das Paraffin, das im folgenden Jahre von Gay-Lussac [3]) analysirt wurde. Im Jahre 1826 giebt der von England nach Ava gesandte Honorable John Crawfurd eine Beschreibung der Petroleumquellen in Rangoon und liefert in derselben nähere Angaben über deren Behandlung und Ertrag [4]). Boussingault untersuchte das Bitumen von Pechelbronn im unteren Elsaß und verglich dessen Eigenschaften mit jenen von anderen Orten stammenden Bitumenarten [5]). Seine Arbeiten wurden sehr bekannt und gaben in Frankreich Anlaß zu weiteren Untersuchungen fester und flüssiger Bitumen. Im Jahre 1837 veröffentlichte Boussingault seine weiteren Untersuchungen über das Bitumen [6]); um diese Zeit gab auch Virlet d'Oust die erste Theorie bezüglich des Ursprungs des Bitumen [7]) und bildete der Asphalt des Todten Meeres [8]), jener von Pyrmont [9]) und derjenige von Cuba [10]) den Gegenstand eingehender Studien. Heß schrieb über die trockene Destillation und Reichenbach setzte im Vereine mit Laurent seine Untersuchungen über Paraffin fort [11]). Prof. Benjamin Silliman beschrieb im American Journal of Science vom Jahre 1833 den Oelspringbrunnen von „Seneca Indians".

Der Zeitraum von 1840 bis 1850 ist durch die vielen Forschungsreisen bemerkenswerth, welche in den verschiedensten Theilen der Erde unternommen wurden, um die Lagerstätten und die chemische Zusammensetzung des Bitumen zu studiren. Reisende kamen bis in den fernsten Osten, selbst bis nach China [12]) und lieferten Beschreibungen von den Naphtaquellen in Persien [13]), von den Feueranbetern in Baku und den Feuerquellen in China [14]). In Amerika lenkten Percival in Connecticut [15]) und Beck in New-York die Aufmerksamkeit auf das häufige Vorkommen von Bitumen in Connecticut, New-York und New-Jersey.

Trotz der so großen geologischen Verbreitung des Erdöles wurde es nur in wenigen Ländern in so reichem Maße gewonnen, daß es die Basis einer blühenden Industrie bilden konnte. Allen Ländern voran gehen in Bezug auf diese Industrie die Vereinigten Staaten von Nordamerika. Sehr bedeutend sind aber auch die in Ausbeutung begriffenen Felder von Kaukasien (Baku) und von Galizien. Desgleichen werden nicht unerhebliche Mengen Erdöl in Rumänien und auch in Deutschland (Elsaß) ausgebeutet.

---

1) Transact. Geol. Soc. London (1) I, 63. — 2) Phil. Magazine (2) I, 402. — 3) Ann. Chim. et Pharm. (2) I, 78. — 4) Journal of Embassy to the court of Ava 1834. — 5) Constitution of Bitumen, Phil. Journ. (2) II, 487. — 6) Ann. Chim. et Pharm. (2) LXIV, 141. — 7) Bull. Soc. Geol. France (1) IV, 372. — 8) Journal des Savant 1855, 596. — 9) Rozet: Bull. Soc. Geol. France (1) VII, 138. — 10) Taylor u. Clemson: Phil. Magazine X, 161. — 11) Journ. f. ökonom. Chemie VIII, 445. — 12) Pottinger, W. Robinson, Ainsworth. — 13) Kinnier: Persien. — 14) Humboldt: Centralasien II, 519; Cosmos I, 232. — 15) Am. Journ. Scienc. (3), XVI, 130.

Das Erdöl

(Petroleum)

und seine Verarbeitung.

Gewinnung,
Verarbeitung, Untersuchung, Verwendung
und Eigenschaften des Erdöles

von

Dr. Alexander Veith.

Mit 365 in den Text eingedruckten Abbildungen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1892.

Vorwort.

Die Industrie des Erdöls, welche sich im Verlaufe von etwa 30 Jahren in nicht geahnter Weise bis zu ihrem heutigen Umfange und ihrer heutigen wirthschaftlichen Bedeutung entwickelt hat, weist trotz der Reichhaltigkeit und Vorzüglichkeit der einschlägigen Fachliteratur, welche besonders das Vorkommen und die Natur des Erdöls und seiner Derivate bespricht, kein zusammenfassendes und vollständiges, aus Technikerkreisen entstammendes Handbuch auf, welches sowohl den Praktiker im Betriebe unterstützen, als auch den Studirenden in diesen Theil der technologischen Chemie einzuführen vermag.

Hans Höfer hat in seinem bekannten Buche „Das Erdöl und seine Verwandten" sich über die Naturgeschichte des Erdöls verbreitet und damit die Grundlage zu einem Anschluß des technologischen Theiles gelegt. Ich habe es mir nun zur Aufgabe gemacht, in diesem Sinne anzuknüpfen, bei welcher Aufgabe ich durch das freundliche Entgegenkommen und das Vertrauen des Herrn Geheimen Hofrath Engler, des Redacteurs des Bolley'schen Werkes, unterstützt wurde. Ich rechne es mir zur angenehmsten Pflicht, demselben für die Antheilnahme und Förderung bei Abfassung dieses Buches meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Seit einer Reihe von Jahren in directer Beziehung zur Praxis stehend und mit den praktischen Verhältnissen der Industrie des Erdöls vertraut, suchte ich alle jene Thatsachen ausführlich zu behandeln, von denen ich voraussetzen konnte, daß sie sowohl für den Praktiker als auch den Theoretiker von Werth und Interesse sein können. Es finden zunächst die Eigenschaften des rohen Erdöls, seine Gewinnung, der Transport desselben u. s. w. gebührend Erwähnung. Alsdann folgt die eigentliche Verarbeitung des rohen Erdöls auf Petroleum, Oele und andere Nebenproducte, ein Capitel, welches wegen seiner Wichtig-

Carbonöl betrug, mit Rücksicht auf das verschiedene specifische Gewicht der beiden Flüssigkeiten 40 Gallonen Carbonöl (Petroleum) von 44 bis 48° B. und fünf Gallonen Colophoniumharzöl von 18° B.; diese Mischung hatte gleichzeitig einen hohen Zündpunkt, was zu jener Zeit — wo die meisten anderen Beleuchtungsmittel eine beständige Quelle von Gefahren bildeten — als der wichtigste Factor für deren Einführung galt. Anfangs stellte man diese Mischung in der Weise her, daß man aus dem Petroleumfasse ein der Procentmenge entsprechendes Quantum Petroleum entnahm, Colophoniumharzöl zusetzte und dieses mit einem Stocke tüchtig umrührte. Da jedoch auf diese Weise keine vollständige Mischung erzielt wurde und bei einem Temperaturwechsel das schwerere Colophoniumharzöl zu Boden sank, änderte man die Methode des Mischens um. Tagliabue, welcher sich mit der Herstellung von Apparaten für den Oelhandel beschäftigte, construirte auch solche zur gleichförmigen Mischung der beiden Flüssigkeiten; doch waren dies nicht genügende Momente, um diesem anfangs gepriesenen Producte Eingang zu verschaffen — stets bildete der abstoßende Geruch ein Haupthinderniß der Verwendung, so daß man an eine radicale Beseitigung dieses Uebelstandes schreiten mußte. Zu diesem Zwecke schaffte man einen hölzernen, ca. 20 Barrels fassenden Behälter an, der mit Zinkplatten ausgekleidet war, und brachte denselben in den Keller des Hauses Nr. 191 in der Pearlstreet, wohin in Folge der seitens der Besitzer der benachbarten Läden eingelaufenen Klagen — daß der aus dem Carbonölgeschäfte herrührende Geruch unerträglich sei — das Geschäft aus der Waterstreet verlegt wurde. Und thatsächlich waren auch die Klagen begründet, denn nicht genug, daß daselbst das Oil-creeköl eingelagert war und einen fürchterlichen Geruch verbreitete, fand sich noch Canadapetroleum von Miskellen vor, das nach New-York befördert, mehrere Tage hindurch der ganzen Länge des Staates New-York nach zu riechen war. In den oben erwähnten Behälter brachte man das zur Reinigung bestimmte Petroleum und goß dazu eine heiße Lösung von Aetznatron, welche im „Mott-Kettle“, einem Apparate, bestehend aus einem eisernen Ofen mit aufgesetztem eisernen, offenen Kessel, dargestellt wurde. Dieses Zusetzen von Lauge wurde so lange wiederholt, bis sich kein Niederschlag mehr bildete, wobei der jeweilig entstandene Niederschlag mit Hülfe eines Ablaßhahnes entfernt wurde. Das Mischen wurde durch einen Mann mittelst einer Stange besorgt. — In diesem Petroleumkessel sehen wir den ersten Agitator und damit den ersten Raffinirungsversuch von Petroleum. Der Erfolg dieses Verfahrens war insofern befriedigend, als der Geruch vollständig verschwand und auch die Farbe lichter wurde; doch erhielt sich letztere nicht lange, denn schon nach einiger Zeit ging die strohgelbe Farbe des Petroleums wieder in eine braune über, was zu erneuerten Klagen Anlaß gab.

Die productivste Quelle, deren Oel am meisten zur Entwickelung des Petroleumhandels beitrug, gehörte der Firma Irwin und Peterson und gab einen täglichen Ertrag von zwei bis zehn Faß; nach Berechnungen trug dieselbe im Jahre 1858 ca. 10 000 Dollars ein. Trotzdem die Production für jene Zeit eine ganz bedeutende war, trachtete man dieselbe zu erhöhen und beschloß nach gepflogener Besprechung einen Schacht bis zum Ursprung der Quelle abzuteufen. Man setzte voraus, daß sich ca. 350 bis 400 Fuß unter der Erdober-

fläche ein Oelstrom vorfinden würde, den man anzupumpen und in Reservoire zu leiten habe, wodurch man über den ganzen Vorrath verfügen würde. Es wurden eine Dampfmaschine und alle nöthigen Apparate angeschafft. Eine Anzahl in dieser Richtung erfahrener Bergleute, die man aufnahm, sollte den Schacht durch die folgenden Schichten und Felsen treiben. Bei dieser Arbeit überschritten sie ein sechs Fuß mächtiges Kohlenlager und eine Schicht vorzüglicher Ziegelerde; bei einer Tiefe von 200 Fuß wurde die Arbeit unter mannigfachen Schwierigkeiten und Enttäuschungen ausgeführt, welche hauptsächlich durch Eindringen von Wasser verursacht wurden. Man suchte daher durch Pölzung der Schachtwände dem Drucke desselben Widerstand zu leisten, allein diese Maßregel, wie auch das ununterbrochene Auspumpen des Wassers verhinderten den günstigen Verlauf der Arbeit, wozu sich noch ein neuer Uebelstand, das Ausströmen von Grubengas, gesellte. Unter derartigen Umständen war man nicht geneigt, diese Arbeit, welche keinen Erfolg aufwies, zu Ende zu führen. Man verkaufte daher den ganzen Landstrich an die Tarentum Oil, Coal and Salt Company für 200 000 Schilling, welche die begonnene Arbeit fortsetzte und nach Durchbohrung einer sechs Zoll dicken Schicht am 29. August 1859 auf Salzwasser und Petroleum kam. Von diesem Tage datirt die eigentliche Petroleumindustrie der Vereinigten Staaten.

Um jene Zeit, als das Interesse für die Einführung des Oeles von Irwin und Peterson seinen Höhepunkt erreichte und der Preis auf eine so bedeutende Höhe gestiegen war, vereinigte sich Peterson mit Dale, einem Gelehrten aus Alleghany, um auf dem Boden Peterson's, nicht weit von einer Quelle, welche Salzwasser und Petroleum lieferte, eine Raffinerie zu bauen. In Dr. Koch, einem deutschen Chemiker, fanden sie einen Verbündeten und errichteten gemeinschaftlich einen sehr einfachen, schmucken Bau mit einer Originalausstattung von Apparaten zur Destillation und Lagerung von Petroleum. Der für die Raffinerie am besten geeignete Platz war ein Hügel, zu dessen Fuße sich ein Sumpfboden ausbreitete. Letzteren benutzte man zum Aufstellen der Reservoire, welche man in der Weise baute, daß man in einem Kreise von ca. 30 Fuß Durchmesser Stäbe eng an einander gereiht in die Erde steckte, und deren herausragende Theile durch Eisenreifen innig verband. Der Destillationsapparat selbst bestand aus zwei schmiedeeisernen Retorten von je zehn Faß Inhalt, die durch eine Leitung mit obigen Behältern in Verbindung standen und aus denen das Petroleumdestillat zur weiteren Behandlung in eigenthümliche, bewegliche Behälter gepumpt wurde. Es waren dies wohl die ersten und letzten Apparate, die man in dieser Art ausführte. Genau eiförmig, aus Gußeisen — mit einer Dicke von ca. acht Zoll — verfertigt, hatte jeder derselben ein Gewicht von mehreren Tausend Pfund. Durch starke Eisenstäbe, die man außen an Oehren befestigte, wurden diese Gefäße, die das Destillat der Retorten zu fassen hatten, in schnelle Bewegung versetzt, um eine Mischung des Inhaltes zu erzielen. Außer diesen Reinigungsapparaten gab es noch solche, die zum Filtriren dienten, es waren dies oberhalb der Behälter aufgestellte Kisten mit durchlöchertem Boden, welche mit Thierkohle gefüllt waren. Das so gereinigte Petroleum wurde in Fässer gefüllt und in einer Grube eingelagert, um das Leckwerden der Fässer und die damit verbundenen Verluste zu verhüten.

Nach den Erfolgen, die Drake i. J. 1859 durch das Bohren seiner Quelle zu verzeichnen hatte, erweiterten sich die Bohrversuche zwischen Oil creek und Titusville; man erbohrte zwischen Union-City bis Meadville die Franklinquellen. Die Production stieg rapider als der Verbrauch, und so sank der Preis des Erdöles — machte aber bald darauf einer Steigerung Platz, als einige Quellen zu versiegen begannen und man sogar, um den täglich steigenden Bedarf zu decken, zu weiteren Bohrungen schreiten mußte. Während dieser fieberhaften Thätigkeit in Pennsylvanien bohrte man auch in Ohio und Westvirginia, doch mußte man während des Krieges im Jahre 1864 die Arbeit einstellen, um sie jedoch nach Beendigung desselben, ebenso wie bei Cow-run mit dem besten Erfolge wieder aufzunehmen.

Von 1870 bis 1880 verlor die Strecke zwischen Titusville und Oil-creek immer mehr an Wichtigkeit, da deren Ertrag bedeutend nachgelassen hatte. An deren Stelle traten jedoch andere Oelbrunnen, die man nach einer von C. D. Angell aufgestellten Belttheorie auffand. Man hatte am unteren Theile des Alleghanyflusses verschiedene Quellen erbohrt, von denen nur eine im „Parkers Landing“ die allgemeine Aufmerksamkeit erregte. Von dieser Quelle ausgehend, bestimmte C. D. Angell auf Grund vergleichender Studien der erträgnißreichsten Quellen in der oberen Region die Linien (Oellinien), wo sich solche in der unteren Region befinden würden. Und in der That wurden seine Annahmen bestätigt, da alle Bohrungen, die in der von ihm angegebenen Richtung von SW nach NO vorgenommen wurden, die besten Resultate lieferten.

Um die rapide Entwickelung der Petroleumindustrie Amerikas zu charakterisiren, will ich einige statistische Daten anführen. Nach Dr. Oscar Schneider (über die kaukasische Naphtaproduction) sind seit dem Tage, an welchem Drake die Oelmassen Pennsylvaniens erschlossen hat, bis 1875 in diesem Staate allein 81 170 000 hl rohes Petroleum gewonnen worden, die an Ort und Stelle ca. 95 Millionen Mark werth waren. Höfer giebt in seinem Werke „Die Petroleumindustrie Nordamerikas“ als durchschnittlichen Jahresertrag von 1860 bis 1876: der Rohölproduction 26 848 817 Gulden, den des raffinirten Oeles 56 Millionen Gulden an. — Nach den statistischen Ausweisen der Geological Survey of the United States im Quarterly Report betrug die Gesammtproduction an Rohpetroleum in den Vereinigten Staaten von Nordamerika im Jahre 1864 4 478 709 Barrels (mit 42 Gallons) resp. 188 105 778 Gallons und stieg im Jahre 1888 auf 28 249 597 Barrels gleich 1 786 483 074 Gallons. (Hierbei wurde der 30. Juni als Ende des Jahres gerechnet.)

Im Anschlusse seien noch

Canada und Südamerika

erwähnt.

Die Oelgebiete von Canada liegen in der Grafschaft Lamberton im westlichen Theile der Provinz Ontario und hauptsächlich im Stadtgebiete von Enniskillen. Schon die ersten Ansiedler bemerkten eine dunkle, ölige Substanz, welche an der Oberfläche des Wassers schwamm und dasselbe ihres unangenehmen Geruches wegen ungenießbar machte. Die ersten Arbeiten wurden im Jahre 1857

von Skaw ausgeführt, der beim Bohren eines Brunnens auf eine ergiebige Petroleumquelle stieß. Die gewöhnliche Folge einer solchen Erscheinung zeigte sich auch hier: Der Boden wurde verkauft und verpachtet, fließende Quellen wurden erbohrt. Das Gebiet, auf welchem Oel in rentabler Menge nachgewiesen wurde, erstreckte sich fast nur auf die Städte Rothwell, Petrolia und Oil-springs, von denen die Quellen des letzteren Ortes den größten Ertrag lieferten. Das Petroleum von Canada enthält Schwefel, wodurch es schwer zu reinigen ist, doch ist seine Raffination derart verbessert worden, daß es heute den größten Theil des Bedarfes der britischen Provinzen deckt.

In Südamerika, woselbst in der Republik Argentina bei der Stadt Mendoza zu Ende 1889 schon fünf ergiebige und im Betriebe befindliche Bohrlöcher nebst einer Leitung nach der Stadt sich befanden und die Anlage einer bedeutenden Raffinerie projectirt ist, wird das Oel zur Zeit noch zur Gasfabrikation verwendet.

Auch in Peru werden in den letzten Jahren Versuche zur Ausbeutung dortiger Petroleumfelder gemacht und wird das gewonnene Oel zur Heizung von Maschinen verwendet.

Rußland und der Kaukasus.

Dieses Petroleumgebiet ist nächst demjenigen von Nordamerika als das bedeutendste zu nennen.

Obwohl die Petroleumindustrie von Baku in ihrer jetzigen Ausdehnung und hohen Entwickelung erst der allerneuesten Zeit angehört, muß die Ausbeutung und Benutzung der kaukasischen Naphta und der Gase — allerdings in der einfachsten Form — schon einer uralten Zeit zugeschrieben werden. Es ist anzunehmen, daß in dieser Gegend die Kenntniß der Naphta mit dem Erscheinen der Feueranbeter zusammenhängt. Im sechsten Jahrhundert v. Chr. Geburt soll in Persien und dem Kaukasus der Cultus der Feueranbetung geübt worden sein, wobei die dem Boden entströmenden, brennbaren Gase zur Benutzung gelangten, und schon vor unserer Zeitrechnung zogen Tausende von Pilgern nach den Tempeln der Halbinsel Apscheron, wo sie die heiligen oder ewigen Feuer anbeteten [1]).

In der Nähe alter Tempel tritt heute noch an vielen Stellen Naphta zu Tage, und ist wohl anzunehmen, daß dasselbe den damaligen Bewohnern und Pilgern nicht unbekannt war. Die ersten klaren Berichte über das Vorkommen von Naphta lieferten Masudi (der 950 starb) und Katib-Tschebabi. Interessant sind die Berichte Marco Polo's, der in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts Baku aufsuchte: er beschreibt die Verwendung von Naphta, die damals durch Kameeltransport sogar in die Nähe von Bagdad gebracht und zum Brennen benutzt wurde. Auch berichtet er über eine natürliche Springquelle, welche so gewaltige Massen von Naphta auswarf, daß sich binnen einer Stunde hundert Schiffe damit befrachten ließen [2]). So bildete das Rohöl schon seit den ältesten Zeiten den Gegenstand eines regen Handels. Dr. Oscar Schneider [3])

[1]) Engler: „Das Erdöl in Baku“ (Stuttgart, J. G. Cotta'sche Buchhandlung). — [2]) Ebenda. — [3]) Dr. Oscar Schneider: „Ueber die kaukasische Naphtaproduction.“

giebt an, daß in einer alten Naphtagrube ein Stein gefunden wurde, aus dessen arabischer Inschrift entnommen wird, daß die betreffende Quelle i. J. 1003 nach der Hedschra, d. i. 1600 nach unserer Zeitrechnung, entdeckt wurde und vom Sohne Mahommed Nurrs, Allah Jar, zur Benutzung ausgeliehen worden war. Bis Ende des 17. Jahrhunderts liegen dann keine weiteren Mittheilungen über die Naphtaquellen vor und erst zu dieser Zeit erschien eine sehr ausführliche Beschreibung derselben, sowie der ewigen Feuer von Kämpfer, der die Apscheronhalbinsel besuchte; einige Jahre später besuchten Hanway, Gmelin und Lerche diese Gegend: „Den 30. Juli 1737“ — sagt Lerche — „reiste ich fünf Werst entlang der unauslöschlichen Feuer von Balachani zu den schwarzen Oelbrunnen. Solcher schwarzer Oelbrunnen gab es zur Zeit der Herrschaft des persischen Schahs 52, mit welchen man Handel trieb — jetzt sind bloß 26 unbeschädigt. Von den Brunnen wird die Naphta in große, tiefe, steinerne Gruben gegossen und von dort aus in großen Ledersäcken auf Arben (zweiräderigen Wagen) nach Baku expedirt [1].“ Seinen Mittheilungen nach verwendete man dort die Naphta als Heizmaterial und Heilmittel gegen Rheumatismus und Scorbut. Im Jahre 1793 bis 1794 erwähnt Pallas vom transcubanischen Naphtagebiet, daß man dort und besonders in Kudako, d. i. Naphtathal, die auf dem Salzwasser schwimmende, oder in Gruben sich ansammelnde Naphta abschöpfte und zu Heizzwecken verwendete. Reinipp berichtete, daß die Gegend von Baku einen unglaublichen Reichthum an Bergöl enthalten müsse, denn in Balachany, einem kleinen District, 12 Werst von Baku, befänden sich 25 offene Oelbrunnen, deren jeder 50 bis 80 Pud Naphta per Tag liefere. Der Chan von Baku behielt sich die Ausbeute allein vor und ließ in einem Hause 15 Gruben graben, in die das gewonnene Oel gegossen und von den Käufern daraus geschöpft wurde. Nach Mittheilungen von Gmelin zahlte man für je 15 Pfund (Batman) 5 Kopeken und betrug das jährliche Einkommen des Chan von Baku etwa 40 000 Rubel. Die Ausbeute von Naphta auf der Halbinsel Apscheron war entsprechend dem sehr häufigen Besitzwechsel zwischen Persien, Armenien und Rußland mehrfachen Wandlungen unterworfen und erst im Jahre 1801, wo Baku und seine Umgebung in den Besitz Rußlands gelangte, kam die Naphtagewinnung in geregeltere Bahnen [2]. Im Jahre 1813 nach schon erfolgter Einverleibung des Bakuschen Chanates in das Russische Reich wurden die Einkünfte aus dem Naphtahandel, welche bis dahin dem Chan zufielen, als Reichseigenthum erklärt. Dieses Gesetz trat jedoch nicht sofort in Wirksamkeit, denn die Ausbeute blieb bis zum Jahre 1820 frei.

Von 1820 bis 1872 wurden die Quellen theils von der Regierung, theils von Pächtern, denen ein nicht zu überschreitender Preis vorgeschrieben wurde, verwaltet, und zwar wurde die Benutzung bis 1834 verpachtet und von 1834 bis 1850 von der Regierung selbst ausgeübt, was ihr einen jährlichen Gewinn von 75 000 bis 86 000 Rubel eintrug. Von 1850 bis 1872 befanden sich die Quellen wieder in Pacht, die der Krone bis 1867 einen ununterbrochen steigenden

[1]) Victor Ragosin: „Die Naphta und die Naphtaindustrie“ 225. — [2]) Engler: „Das Erdöl von Baku.“

Jahresertrag von 111 000 bis 162 000, 1867 bis 1872 über ca. 136 000 Rubel bei einer Ausbeute von höchstens 350 000 Pud erbrachte [1]). In der letzten Pachtzeit betrug der Preis eines Pud Rohöls 45 Kopeken [2]). Im Jahre 1861 errichtete die Firma Witte und Co. auf der an der Spitze von Apscheron gelegenen Heiligen Insel eine Fabrik zur Verarbeitung von Ozokerit, den sie von der Insel Tscheleken bezog. Durch Destillation gewann man 60 Proc. Paraffin und 8 Proc. Oel; doch schon gegen Ende der 60er Jahre wurde dieses vom älteren Roßmäßler geleitete Etablissement wieder aufgegeben. Die erste kleine Destillationsanlage in Baku selbst wurde im Jahre 1863 durch Melikoff errichtet, die er, da es an Geld zur Ausdehnung fehlte, an eine Gesellschaft abgeben mußte, wodurch dieses Unternehmen gerettet wurde. Bald entstanden auch weitere Raffinerien [3]).

Bis zum Jahre 1872 konnte sich jedoch die Industrie in keiner Weise entwickeln, da sie durch das Monopol zu sehr gedrückt war. Im Jahre 1872 beschloß die Krone, die Gruben zu veräußern und so fand am 12. December 1872 die Versteigerung statt. 257 Cisternen, 5 Gruben, 12 natürliche Quellen und das Bohrloch im Gouvernement Baku, 22 Cisternen des dagestanischen Kreises, sowie 86 Gruben und 68 natürliche Quellen des Tifliser Gouvernements, zusammen auf 552 240 Rubel taxirt, kamen in 46 Gruppen zur Auction und erzielten einen Kaufpreis von 2 975 967 Rubel, also mehr als das Fünffache des Taxwerthes. Einzelne der Gruppen, die mit einem Rubel angesetzt waren, wurden mit 2500 bis 3450, eine auf 114 562 taxirte Gruppe auf Apscheron mit 925 000 Rubel bezahlt [4]).

So entwickelte sich von da ab eine Industrie, deren Bedeutung der amerikanischen in keiner Richtung nachsteht, insbesondere seitdem im Jahre 1877 die Abgabe aufgehoben wurde.

Bis zum Jahre 1872 bestand die Naphtagewinnung in primitiven Grabungen; es wurden einfache, brunnenartige Gruben gemacht, in denen die Naphta aufgesammelt, von hier mittelst Menschen- oder Pferdekraft geschöpft und durch Rinnen in unterirdische Cisternen geleitet wurde. In diesem Jahre ging man zur Förderung nach amerikanischem System durch Bohrungen über, was auf die Productionssteigerung von großem Einflusse war. In jener Zeit traten zum ersten Male die Gebrüder Nobel (Brüder des Erfinders des Dynamits) mit ihren verbesserten Transportsystemen auf [5]).

Die Gesammtausdehnung der kaukasischen Naphtafelder ist noch nicht bekannt. Nach officiellen Angaben wird sie auf ca. 30 000 Quadratwerst = 32 000 qkm geschätzt; davon entfallen 6000 Quadratwerst auf das Kubangebiet und die Halbinsel Taman [6]). Die reichste Oelregion im kaukasischen Gebiete ist die Halbinsel Apscheron, sie umfaßt mit derjenigen der benachbarten Districte etwa 2000 bis 3000 qkm, davon erst 12 qkm im Abbau. Hiervon entfallen 7 qkm

---

[1]) Dr. Oscar Schneider: „Ueber die kaukasische Naphtaproduction." — [2]) F. A. Roßmäßler: Lehrbuch der Verarbeitung der Naphta und des Erdöles auf Leuchtöl. — [3]) Engler: „Das Erdöl von Baku." — [4]) Dr. Oscar Schneider: „Ueber die kaukasische Naphtaproduction" S. 234. — [5]) Engler, „Das Erdöl von Baku." — [6]) M. Glasenapp: Rigaer Industriezeitung Nr. 1 bis 6, 1888.

auf die Balachany-Sabuntschi-Ebene [1]). Manche Bohrlöcher lieferten ganz enorme Ergebnisse, so z. B. die Druschbaquelle im Jahre 1883, welche täglich eine halbe Million Pud 90 m hoch schleuderte und die ganze Gegend in einer Weise verschlammte, daß die betreffende amerikanische Gesellschaft in Folge der Ersatzzahlungen zu Grunde ging. Ein ähnliches Loos traf 1886 die Firma Tagijew und Sarkisow bei Bibi-Eibat.

Im Jahre 1871 gab die russische Revue den Ertrag der 172 Brunnen im Terekgebiet mit 29 802 Pud (1 Pud = 16,38 kg), Brüning aber i. J. 1874 die Gesammtzahl der dortigen Quellen zu 145 an. Bis zum Juni 1872 gehörten die Quellen einem dort ansässigen Kosakencorps und waren für 13 615 Rubel jährlich an den Armenier Mirzoeff verpachtet, der aber die Production ohne Energie betrieb. 1874 existirte hier eine einzige Destillationsanlage bei Grosnaje mit einem jährlichen Ertrage von nur 4100 Pud Leuchtöl. Ebendaselbst findet sich neben Naphta auch Kirr (Ozokerit) [2]). Südlich vom Cuban befanden sich 1871 (nach Berichten der russischen Revue) nur 14 producirende Quellen mit einem Jahresertrage von 98 124 Pud, während Brüning hier 1873 127 Gruben (wahrscheinlich versiegte Brunnen eingerechnet) zählte.

Den Berichten des Consul Chambers in Batum an das Staatsdepartement der Vereinigten Staaten von Nordamerika entnehmen wir aus dem im Februar 1888 veröffentlichten Consularreport Nr. 92 folgende Statistik des russischen Petroleums im Jahre 1887, welche von besonderem Interesse ist, weil daraus hervorgeht, welche gewaltigen Mengen Erdöl bei der dort üblichen Gewinnungsweise in Verlust gerathen. Die Rohölproduction, welche hier jedoch nur schätzungsweise nach der Ausbeute an Raffinade und anderen Destillaten bestimmt ist, betrug im Jahre 1887 45 000 Barrels à 40 Gallonen per Tag. Hierbei ist aber das verloren gegangene Erdöl nicht mitgerechnet und beträgt der Verlust zum Mindesten 20 Proc., so daß man die dem Boden entnommene Menge auf 55 000 Barrels schätzen kann. Die im Jahre 1887 zu Grunde gegangene Menge Oel war in Folge der großen Anzahl fließender Quellen und zu großer Ergiebigkeit einzelner derselben ohne Zweifel größer als in irgend einem Vorjahre. Von einzelnen Brunnen ist bekannt, daß mehr als 1 000 000 Barrels verloren gingen. Speciell der Mining Company-Brunnen, der im August zu 790 Fuß Tiefe abgeteuft wurde, arbeitete verlustreich. Ein 12 Zoll starker Strahl spritzte durch 69 Tage zu der enormen Höhe von 200 Fuß. Diese Excubation geschah einige Tage, bevor das Oel hätte zu den Reservoiren geleitet werden können. Ueberdies gab es auch nicht Reservoire von genügendem Fassungsraum, um diese colossalen Mengen aufzunehmen; denn, obwohl alle Bakuer Raffinerien ihre Leitungen mit den Reservoiren verbunden hatten und die Pumpen Tag und Nacht arbeiteten, erschien doch die ganze Umgebung mit Oel überfluthet und ist es zweifellos, daß mehr als die Hälfte desselben verloren ging. Die geringste Schätzung des Ergebnisses dieses Brunnens während der 69 Tage betrug drei Millionen Barrels. Hätte der Brunnen bloß

---

[1]) M. Glasenapp: Rigaer Industriezeitung Nr. 1 bis 6, 1888. — [2]) Dr. Oscar Schneider: „Ueber die kaukasische Naphtaproduction“ S. 221.

Oel herausgeschleudert, so wäre die Sache noch günstiger gewesen, allein das Oel enthielt weit mehr Sandbeimengungen, als es sonst durchschnittlich der Fall war, da alle Springquellen stets mehr oder weniger Sand mit dem Oele fördern. Einige einstöckige Steingebäude, ca. 15 Fuß hoch und 100 Yards vom Brunnen entfernt, waren vom Sande bedeckt. Die Sandschicht um den Brunnen herum bedeckte eine Fläche von zehn Acres in einer Mächtigkeit von 1 bis 15 Fuß. Nach 69 Tagen sank die Ergiebigkeit dieses Brunnens auf 200 bis 300 Barrels per Tag; alle Versuche, denselben wieder rentabler zu machen, blieben ohne Erfolg. Aus diesen Gründen wird auch behauptet, daß das Gebiet von Balachany-Sabuntschi nicht länger als 17 Jahre ergiebig sein werde [1]), Ansichten, die Prof. Mendelejeff und Bergingenieur Torokin zu widerlegen suchten, indem sie darlegen, daß nach ihren Berechnungen ein Vorrath an Oel in dieser Gegend vorhanden sei, der auf 100 Jahre hinreichen würde, um alle Fabriken in Baku mit Naphta zu versorgen [2]).

Nach Privatmittheilungen betrug die Zahl der im Betriebe befindlichen Fabriken im Jahre 1888 153 mit einer Kerosinproductionsfähigkeit von zusammen 159 340 100 Pud. Da aber die Eisenbahn nur einen kleinen Theil des zur Absendung angemeldeten Kerosins (Brennöl) fortbringen kann und die Waggons nach der Leistungsfähigkeit der Fabriken vertheilt werden, ist die wirkliche Leistung derselben nur 25 bis 30 Proc. der obigen Ziffer.

Gleich wie die Gegend von Baku lenkt das sundshenskische Naphtagebiet im Nordkaukasus die Aufmerksamkeit auf sich. Dieses schon längst bekannte Terrain in günstiger Lage (im Osten von Wladikawkas zwischen dem Sundschaflusse und dem Hauptzuge des Kaukasus) kann in der allernächsten Zeit berufen sein, den entschwindenden Oelreichthum von Baku zu ersetzen. Bis zum heutigen Tage existiren hier wohl noch keine Bohraufschlüsse und werden bis jetzt nur vier natürliche, nicht tiefe Brunnen bei Grosenensk, Brahmsk und Benojewsk ausgebeutet. Im Jahre 1889 wurden 170 000 Pud Naphta gewonnen, während in diesem Jahre nach erfolgter Vertiefung der Brunnen auf 350 000 Pud gerechnet werden dürfte. Die mittlere tägliche Ergiebigkeit eines Brunnens betrug im Jahre 1889 300 Pud und nach erfolgter Vertiefung der Brunnen würde sie auf 600 Pud steigen. Ganz analoge Verhältnisse finden wir ja auch in der Geschichte der Bakuer Industrie.

Bei einem heute nahezu unbegrenzten Rohölzuflusse, einem so großen Raffinationsvermögen, einem rentablen Markte für Raffinade ist es klar, daß die beschränkten Transportmittel das Haupthinderniß des Anwachsens des Exportes bilden. Seit December 1886 haben die Eisenbahntransporte ausschließlich den Preis des Oeles in Batum bestimmt. Während z. B. bei Verschiffung am Caspisee im vergangenen Jahre der Durchschnittspreis ca. 1,3 Cent per Gallone loco Baku betrug, hatte dieselbe Qualität Oel per Bahn in Batum einen Durchschnittspreis von 2,3 Cents per Gallone [3]). Anfangs 1887 hatte die Eisenbahngesellschaft nur 1250 Tankwagen. Der Preis von Raffinade ab Bahn

---

[1]) Bergingenieur A. M. Kontschin: Chemikerzeitung 1889, 13, 935. — [2]) Chemikerzeitung 1879, 71, 1160. — [3]) 1 Cent = 4,2 Pfg.; 1 Gallone = 4,543 Liter.

Baku erreichte damals $3^1/_5$ Cents per Gallone und eine Prämie von 2 Cents per Gallone für den Eisenbahntransport. Das veranlaßte die Raffineure, eigene Wagen auf die Strecke zu stellen und wurde denselben vom Eisenbahncontrolgouvernement die Erlaubniß ertheilt, mehr als 4000 Privatwagen in Verkehr zu bringen; doch erwiesen sich alle diese Vorkehrungen als zu klein für die so mächtig anwachsenden Raffinademengen.

Die Reservoirs in Batum sind jetzt beinahe voll und beträgt deren Inhalt ca. 23 Millionen Gallonen. Die Idee einer Leitung von Raffinade über den Surampaß, um sich von allen Einflüssen der Bahnen zu befreien, geht vielleicht ihrer Verwirklichung entgegen. Durch diese Leitung würde die Transportfähigkeit nicht nur permanent erhalten, sondern auch einer Steigerung bis 40 Millionen Pud per Jahr fähig sein. Die Transportdampfer, die sich im Batumer Hafenverkehr befinden, leisten einen jährlichen Transport von 90 Millionen Gallonen, während gleichzeitig für den Transport in Büchsen und Kannen ca. 35 Millionen Gallonen erzeugt werden. Die Eisenbahnwaggons führen ca. 150 Millionen Gallonen per Jahr zu.

Um die von Jahr zu Jahr steigende Production von russischem Erdöl und raffinirtem Petroleum zu illustriren, mögen hier einige statistische Daten Erwähnung finden. Die Production an Erdöl betrug in Metercentner zu 100 kg im Apscherongebiet (Baku):

1863	55 000	1877	242 000
1864	87 000	1878	3 200 000
1865	89 000	1879	3 700 000
1866	111 000	1880	4 200 000
1867	161 000	1881	4 900 000
1868	119 000	1882	6 800 000
1869	271 000	1883	8 000 000
1870	275 000	1884	11 000 000
1871	222 000	1885	16 360 000
1872	248 000	1886	20 580 000
1873	640 000	1887	23 600 000
1874	780 000	1888	25 500 000
1875	940 000	1889	31 000 000 [1])
1876	194 000		

Nach den neuesten im Localblatte „Caspi" veröffentlichten Angaben betrugen:

	Production an Erdöl	Gesammtausfuhr ins Ausland
1884	89 000 000 Pud [2])	54 714 454 Pud
1885	115 000 000 „	68 601 100 „
1886	123 000 000 „	72 848 545 „
1887	131 000 000 „	79 452 614 „
1888	165 000 000 „	117 819 710 „

[1]) Engler: „Das Erdöl von Baku" und „Erdöl und Erdgas", Vortrag (Leipzig, C. C. W. Vogel). — [2]) 1 Pud = 16,38 kg.

In den acht Monaten bis 1. September 1889 betrug die Ausbeute 123 Millionen Pud oder 15 375 000 Pud per Monat [1]).

Oben gemachte Mittheilungen erstrecken sich nur auf die Production der Apscheronhalbinsel und deren Umgebung, während jene von dem cubanischen Gebiete bei Novorossysk ausgeschlossen ist. Im Jahre 1888 betrug hier die Naphtaproduction ca. 1 200 000 Pud. Es arbeitete fast nur die Gesellschaft „Standard", welche 70 Bohrungen hat; von den in ihrem Besitze befindlichen ca. 600 000 ha sind bloß 50 ha Exploitation in Anspruch genommen [2]).

Die Production an raffinirtem Erdöl (Kerosin) in Baku, ausgedrückt in Metercentner zu 100 kg, betrug:

Gesammterzeugung in Baku

Jahr		Jahr	
1872	164 000	1879	1 100 000
1873	245 000	1880	1 500 000
1874	236 000	1881	1 830 000
1875	426 000	1882	2 022 000
1876	571 000	1883	2 060 000
1877	776 000	1884	3 570 000
1878	955 000	1885	4 500 000

Die Ausfuhr an Erdöl und Erdölproducten nach Engler [3]) betrug in Barrels:

	aus Baku	aus Nordamerika
1884	6 079 384	12 230 002
1885	7 622 344	13 681 623
1886	8 094 283	13 756 708
1887	8 828 068	14 114 363
1888	13 091 079	13 770 277
1889	16 700 000	14 671 320

Galizien.

Neben den beiden colossalen Centren der Petroleumindustrie — den Vereinigten Staaten und Baku — spielen alle anderen Länder der Erde eine mehr oder weniger untergeordnete Rolle. Die bedeutendste Lagerstätte von Erdöl und eine dem entsprechende Industrie in Oesterreich-Ungarn findet sich in Galizien vor. Die Kenntniß und Anwendung des Erdöles unter dem Namen Ropa steht schon mit der Einwanderung der Ruthenen in Galizien in Verbindung. Unter dem Namen Bergbalsam war seine Heilkraft schon lange bekannt, später fand es Verwendung zu Schmierzwecken.

Die ersten wissenschaftlichen Hinweise auf Petroleumvorkommen finden sich in Hacquet's „Neuesten physiologischen Reisen im Jahre 1788 bis 1789" vor. Im Jahre 1835 fand der Geologe Zeuschner zwei Jahrhunderte alte Berichte über Erdölvorkommen, in den nächstfolgenden Jahren bis 1845 finden sich nur spärliche actenmäßige Berichte von den kaiserl. königl. Berg- und Hüttenmeistern

[1]) Oesterr. Chemiker- und Technikerzeitung 1890, Nr. 2, 41. — [2]) Oesterr. Chemiker- und Technikerzeitung 1889, Nr. 23, 357. — [3]) Engler: a. a. O.

in Drohobycz und aus der Bukowina vor. Nach beglaubigten Mittheilungen des Bergrathes Heinrich Walter fanden die ersten Anfänge einer Erdölgewinnung bereits vor 70 Jahren statt und wurden schon damals in Prag erfolgreiche Beleuchtungsversuche mit Boryslawer Erdöl ausgeführt [1]). Das Jahr 1848 bildet den eigentlichen Anfangspunkt einer Industrie in Galizien. In diesem Jahre brachten jüdische Geschäftsleute dem Apotheker Miskolcz in Lemberg eine dicke, ölige Flüssigkeit zur Untersuchung, die sie nach ihren Angaben von stagnirendem Wasser abschöpften. Die in dieser Apotheke fungirenden Provisoren Ignaz Lukasiewicz und P. Zeh nahmen die ersten Untersuchungen vor, erkannten die Flüssigkeit als Erdöl, brachten es als Heilmittel in Anwendung und unterzogen es alsbald einer trockenen Destillation, wobei sie das Destillat Oleum petrae nannten und als solches in den Handel brachten. Während sich diese Industrie in Amerika fast um dieselbe Zeit rapide emporschwang, konnte sie sich hier, den Landesverhältnissen und den Eigenheiten der Landbevölkerung entsprechend, nur sehr langsam und unter bescheidenen Mitteln entwickeln. Nichtsdestoweniger entstand durch die Auffindung einzelner reicher Oelschächte, ferner durch Bohrungen eine mächtige Industrie. Im Jahre 1853 beschäftigten sich zwei jüdische Geschäftsleute in Drohobycz, A. Schreiner und L. Stiermann, mit der Verkochung von gefundenem, dickflüssigem Bergtheere und übernahmen gleichzeitig die Lieferung von rohem Bergöl an die Nordbahn. Ihnen schlossen sich andere Unternehmer an; demzufolge konnte im Jahre 1854 der Wiener Markt mit ca. 300 Centner versehen werden. Trotz der großen Transportkosten concurrirte das neue Oel erfolgreich mit dem Hamburger Hydrocarbür, so daß im Jahre 1859 die Nordbahn ihren Bedarf von ca. 1100 Centner vollständig aus Galizien bezog [2]).

Alsbald bildeten sich Gesellschaften, die im Stande waren, einen rationelleren Schachtbetrieb einzuführen und somit den Impuls zu einer großen Industrie zu geben. In den 60er Jahren waren die ergiebigsten Brunnen die ostgalizischen. Speciell die Gegend um Kolomea, Peczenyczyn, Sloboda-Rungurska bildeten das Centrum zahlreicher Bohranlagen. Unternehmende Capitalisten zogen canadische Bohrer heran, um die Oelfelder auszubeuten.

In Mittel- und Ostgalizien, in der Gegend von Boryslaw und Drohobycz, wurden im Jahre 1862 reichhaltige, paraffinhaltige Rohöle gefunden und bildeten den Anlaß einer bedeutenden, exportfähigen Ozokeritindustrie. In den letzten Jahren zeigte sich eine merkwürdige Erscheinung in Galizien: Die Quellen Ostgaliziens versiegten allmälig, dagegen ergaben die Bohrversuche in Mariampol, Krosno, Ustrzity ꝛc. so überraschende Resultate, wie sie anfänglich auch Baku und Amerika nicht viel größer aufzuweisen hatten. Speciell die Firma Bergheim und Mac-Garvey — canadische Bohrer — waren von besonderem Glücke begünstigt. Auf ihren Terrains bohrten sie zahlreiche Springquellen, die täglich 500 bis 600 Barrels ergaben. Auch hier entstanden in den letzten Jahren modern angelegte Raffinerien, welche leider daselbst die kleinen, bescheiden eingerichteten Fabriken zu Grunde richteten.

---

[1]) Oesterr. Chemiker- und Technikerzeitung 1888, 19, 587. — [2]) Leo Strippelmann: Die Petroleumindustrie Oesterreich-Deutschlands, S. 12.

Wenn man die schwierigen Verhältnisse betrachtet, mit denen die galizische Industrie zu kämpfen hatte, besonders den Capitalmangel, das Fehlen von technischen, fachmännischen und intelligenten Personen, endlich die Indolenz der Arbeiter und last not least den überwältigenden Einfluß, den die russische und amerikanische Concurrenz ausüben, sowie den Mangel eines jeden Schutzzolles, so muß man sich sagen, daß die Industrie Galiziens nicht allein eine schöne Gegenwart hat, sondern einer noch schöneren Zukunft entgegen zu sehen berechtigt ist.

Rumänien.

Viel untergeordneterer Natur war bis vor Kurzem die Petroleumindustrie in Rumänien, dessen Erdölquellen sich zumeist am Südostfuße der Karpathen befinden. Hier giebt es fünf Hauptstellen, wo das Petroleum gewonnen wird. Die gesammte Erdölausbeute der Walachei beträgt über 90 000 m-Ctr. Das Erdöl enthält viel Paraffin und wird vielfach verwerthet. Die rumänische Erdölproduction lenkte erst die Aufmerksamkeit auf sich, als die Production der großen Oeldistricte Amerikas im Abnehmen gewesen zu sein schien. Die rumänischen Erdöldistricte erstrecken sich durch die Bezirke Prahova, Dimbovitza, Bureu, wo man das Erdöl schon seit Anfang dieses Jahrhunderts kannte und es damals hauptsächlich zu Schmierzwecken verwendete. Bis in die neuere Zeit hat man nur mit den zu Tage tretenden Oelmengen gerechnet und erst in den letzten Jahren ging man zu Bohrungen über, da sich die Ursprungslagerstätten des Oeles lediglich in den älteren Formationen befinden. Die Quellen liegen gegenwärtig in einer Tiefe von etwa 50 bis 120 m. Man unterscheidet zwei Sorten von Rohöl, schweres und leichtes, letzteres liefert etwa 60 bis 70 Proc. Brennöl, trotzdem es also nicht besser ist als das galizische, werden doch noch große Mengen nach Oesterreich-Ungarn exportirt, da Ungarn, zum Schutze der auf Rumänien angewiesenen ungarischen und siebenbürger Fabriken für dieses Oel, den niedrigen Tarifsatz von 68 Kreuzer Gold festgesetzt hat. Deutschland bezieht kein rumänisches Rohöl.

Der Fundort Glodeni, bei Targovesti gelegen, kann pro 1889/90 als der reichste Rumäniens genannt werden, denn seitdem von diesem Orte nach der nächsten Bahnstation eine Rohrleitung von ca. 10 km Länge fertig gestellt und dadurch von dem theuren Achsentransport Abstand genommen wurde, macht man hier die größten Anstrengungen, um die Production zu heben, die zur Zeit 150 bis 200 Barrel beträgt.

Durch neue Aufschlüsse bei Câmpina ist dort die Production gleichfalls gestiegen, und da auch die anderen Felder energischer betrieben werden sollen, dürfte die Oelproduction einen bedeutenden Aufschwung nehmen. Zudem wurde in den letzten Jahren eine große Raffinerie in Bukarest errichtet, die bestimmt sein soll, Rumäniens Consum zum großen Theil zu decken [1]).

[1]) Chemiker- und Technikerzeitung 1890, Nr. 1, S. 26.

Deutschland.

Schon seit Jahrhunderten hat das Auftreten von brennbarem Mineralöl und dessen Verwandten in Deutschland Leute der Wissenschaft und Praxis sehr interessirt und somit zur Genüge Material für die eine oder andere Richtung gegeben. Es sind in Deutschland drei Gebiete zu unterscheiden, in denen Erdöl in solchen Mengen vorkommt, daß sich dessen Ausbeutung in größerem Maßstabe lohnt. Das eine in der Richtung Hannover — Braunschweig [Verden, Wietze, Steinförde, Hänigsen, Edemissen, Oedesse (Oelheim), Sehnde, Oberg und Oelsburg], das zweite im Elsaß — im Illthale bei Altkirch, dann im Unterelsaß — Pechelbronn, Lobsan, Schwabweiler und Hagenau (Ohlungen) und das dritte — an der Westseite des Tegernsees.

Die Ausbeutung des Erdöles geschah früher auf ganz primitive Weise durch Anlage von Gruben, in denen man das Oel sich ansammeln ließ und ausschöpfte. Im 18. Jahrhundert erst ging man im Elsaß zum Tiefbau — Schachtbetrieb — über. Das Oel verwendete man ausschließlich als Wagenschmiere. Zu einer rationellen Ausbeute durch Bohrungen und zur Verarbeitung des Erdöles auf Leuchtöl wurde in Deutschland, wie in allen übrigen Staaten, welche Erdölvorkommen aufweisen, erst dann geschritten, nachdem man in Amerika mit der Gewinnung und Verwerthung des pennsylvanischen Erdöles zu so glänzenden Resultaten gelangt war. Gegen Ende der 50er Jahre wurde zuerst im Hannoverschen, bald darauf auch im Elsaß und später bei Tegernsee gebohrt und sind noch jetzt allerwärts Bohrgesellschaften in Thätigkeit, um die vorhandenen Lagerstätten zu erschließen.

An Ergiebigkeit ist das Erdöllager des Elsaß am bedeutendsten; es liefert als durchschnittliche Tagesproduction ca. 150 bis 200 Barrels, während die Hannoverschen Felder (Oelheim) 50 bis 60 Faß liefern und jene bei Tegernsee nicht nennenswerth sind. Nach den sehr interessanten Schriften von Le Bel: „Notices sur les gisements de Pétrole à Pechelbronn" wurde der erste Tiefbauschacht auf Veranlassung eines dort ansässigen griechischen Arztes Eyriny d'Eyrinys schon im Jahre 1735 angelegt. Bald darauf, im Jahre 1785, gelangte die Familie Le Bel, welche die dortigen Werke bis vor wenigen Jahren betrieben hat, in den Besitz der Pechelbronner Petrolfelder und errichtete dort eine ziemlich große Raffinerie [1]). Vom Jahre 1880 an ging man allmälig zur Tiefbohrung über.

Italien.

Italien hat zur Zeit bei Piacenza in dem Thale des Rhiglio unweit Montechino drei Bohrlöcher mit einem äußerst hellen und reinen Oele in Betrieb, deren Ergebniß in Mailand zur Verarbeitung gelangt. Auch bei Veleja ist ein sehr ergiebiges Bohrloch niedergetrieben (Engler).

---

[1]) Engler: „Das deutsche Erdöl", Verhandl. d. Ver. z. Bef. des Gewerbefleißes 1887.

Aegypten.

In Aegypten ist das Vorkommen von Erdöl in den allerletzten zwei Jahren von allgemeinem Interesse geworden. Die unter Schutz und mit Unterstützung der britischen Regierung ausgeführten Bohrversuche ergaben — speciell in der Gegend von Djebel-Saïd — jedoch Brunnen von nur unbedeutender Ertragsfähigkeit; so daß die Bohrungen in der letzten Zeit hier ganz aufgegeben wurden (s. Capitel „Rohöl").

Burma.

Das Erdöl dortselbst ist schon seit Langem bekannt, doch scheint man erst in letzter Zeit ein Augenmerk auf dessen Verwerthung zu richten.

Dr. Robertson berichtet über die dortigen „Knip Wells" in der Nähe des Irrawaddi, wo das Ufer von einer Menge mit Oel gefüllter Steinkrüge bedeckt war. Ganze Flotten von Fahrzeugen führten frische Oelladungen herbei und die Luft war vom Petroleumgeruch ganz durchdrungen, das Oel selbst wird in die in Rangoon befindliche Raffinerie gebracht (?).

Was die Zukunft der Oelfelder in Burma anbelangt, so hängt diese nach Berichten von Noetling[1]) von der Art des Arbeitens und der geologischen Beschaffenheit des Landes ab. Die dort übliche Handarbeit beim Graben der Schächte genügt nur wenig, da die ölführende Schicht zu tief liegt und heute nur oberflächlich ausgenutzt werden kann. Um die Ausbeute zu heben, ist es unbedingt nothwendig, die Oelschicht etwas tiefer anzufahren, dies kann bei der ziemlich bedeutenden Tiefe dieser Schicht bloß durch Bohrungen nach europäischem Muster erfolgen (s. Capitel „Rohöl").

Japan.

Die Kenntniß des Felsenöles rührt bereits aus dem Alterthume her. In neuerer Zeit wurden behufs Gewinnung desselben Brunnen gebohrt, welche jedoch durch Einführung des raffinirten amerikanischen Petroleums derart lahm gelegt wurden, daß sich in dem Berichte des Generalconsuls Van Buren vom Jahre 1880 über das in Japan erzeugte Petroleum keine Erwähnung findet, vielmehr Consul Stahel von Hiogo zeigt, daß die Einfuhr von amerikanischem Petroleum seit dem Jahre 1872 bis 1880 von einer auf 18 Millionen Gallonen[2]) stieg.

Nach Privatnachrichten befindet sich die chemisch-technische Industrie in Japan noch in den Uranfängen. Für die Erdölindustrie ist die Petroleumgewinnung in Japan höchstens insofern von Interesse, als sie heutzutage den Bedürfnissen des Landes nicht genügt, also Japan auf den Import angewiesen ist; amerikanische Bohrmethoden mißlangen wiederholt. In tertiären Districten liefern Bohrlöcher nicht selten petroleumhaltiges Wasser, doch ist dasselbe in Folge

[1]) Fritz Noetling: Supplement to the Burma Gazette p. 458. — [2]) 1 Gallone = 4,5434 Liter.

des unbedeutenden Petrolumgehaltes werthlos. Prof. Fesca fand z. B. 1888 in Mabara (Provinz Kazusa) ein solches Wasser, das einen Petroleumgeruch hatte, ja sogar an der Quelle brannte, doch war es ihm unmöglich, das Oel im Laboratorium abzudestilliren. Petroleum wird gegenwärtig in fünf Provinzen gewonnen. Im Jahre 1886 stellte sich die Gesammtausbeute in Koku à 1,804 hl von 874 Brunnen, mit vier Gallonen täglicher Ausbeute und 50 bis 70 m durchschnittlicher Tiefe wie folgt:

Provinz Totoni	3 087	Koku
„ Shinano	541	„
„ Ugo	868	„
„ Jechigo	35 454	„
„ Ischikani (auf Jezzo)	153	„
Gesammtausbeute an Rohöl	40 103	Koku.

Diese geringe Production deckt nur einen sehr geringen Theil des stets wachsenden Consums.

Das Rohpetroleum wird hier einer sehr primitiven Raffination unterworfen und im Productionsgebiete consumirt. Der Hauptbedarf wird heute durch Import aus Amerika gedeckt.

Nach den amtlichen statistischen Ausweisen wurde in Geld in Yen (1 Yen zur Zeit etwa 31 Reichsmark) importirt:

1883	2 456 261	Yen
1884	1 773 361	„
1885	1 667 722	„
1886	2 358 498	„
1887 betrug die Einfuhr	21 058 865	Gallonen
1888 stieg sie auf	28 507 767	„

Seit Mitte 1888 kommt auch aus den russischen Quellen in Baku raffinirtes Petroleum via Batum in nicht unbedeutender Menge nach Japan.

Die Durchschnittspreise pro 100 Gallonen betrugen:

1883	12,46	Yen
1884	12,13	„
1885	11,51	„
1886	11,70	„
1887	11,53	„

woraus sich der Importbedarf annähernd berechnen läßt.

Zweites Capitel.

Bohrung. — Förderung. — Transport.

Mit der untergeordneten Verwendung des Materials stand auch die ursprüngliche Gewinnungsweise desselben im Zusammenhange. Anfänglich wurde das auf der Oberfläche des Wassers sich ansammelnde Oel abgeschöpft und in dieser Weise zur Anwendung gebracht. Später aber und besonders in Gegenden, wo der natürliche Austritt in beschränktem Maße erfolgte, wurden flache Gruben gegraben, in welche das aus tiefer liegenden Gesteinsschichten hervortretende Oel floß, um dort aufbewahrt zu werden. Die Indianer Amerikas und die Perser des Kaukasus pflegten in die Gruben Tücher hineinzulegen, diese sogen sich mit dem Oele voll, welches dann ausgepreßt wurde, oder sie schöpften es auch mit Thontöpfen heraus [1]).

Allmälig wurden mit dem steigenden Gebrauch des Mineralöles die flachen Gruben in tiefe Brunnen verwandelt (10 bis 30 m), aus denen das Oel mittelst Menschen- oder Thierkraft ausgeschöpft wurde. Dank den epochalen Erfolgen Drake's in Titusville (Nordamerika) ging man von diesen Brunnen zur Bohrung über, die sich fast überall, wo Erdöl vorkommt, Eingang verschaffte und alle anderen, größtentheils primitiven Förderungsmethoden verdrängte.

Die ältesten Spuren einer bergmännischen Gewinnung von Mineralöl finden wir in Japan. Hier wurde schon in prähistorischen Zeiten Bergöl durch Schachtbetrieb, mittelst hierzu eingerichteter Tunnels zu den ölführenden Schichten, gefördert. In manchen dieser Schächte, die aufgegraben wurden, fanden sich die Wurzeln großer, mächtiger Bäume vor [2]). Ueber die Art, mit welcher diese Schächte betrieben wurden, spricht sich B. L. Lyman in seinen „Reports on the Geology of Japan 1877“ folgendermaßen aus: „Der heute noch primitive Schachtbetrieb läßt sich in seiner Entwickelung auf viele Jahrhunderte zurückführen. Noch heute werden die Schächte bloß in der Weise angelegt, daß zwei Männer abwechselnd graben, wobei der pausirende durch ein höchst einfaches Gebläse frische Luft in den Schacht pumpt. Der Schacht wird durch starke Holzpfosten gepölzt und ausgezimmert, die gleichzeitig als Stiegen dienen. Das Oel wird von der Wasseroberfläche im Schachte abgeschöpft und mit Eimern hinaufgezogen.“

---

[1]) Tumsky: „Technologie der Naphta.“ — [2]) Peckham: „Report on the Production, Technology and uses of Petroleum and its products“, p. 77.

In Galizien wurden Brunnen, ähnlich jenen für Wasser, gegraben, dieselben in manchen Fällen durch Gänge vereinigt, in welchen sich das aus den Felsen fließende Oel ansammelte.

In den Vereinigten Staaten Nordamerikas waren vor der Bohrung mannigfache Methoden der Oelgewinnung in Anwendung. In den Oeldistricten Ohios wurden Schächte aufgefunden, über deren Abteufung die verschiedenartigsten Ueberlieferungen bestehen. Seitdem aber bewiesen ist, daß die mit Galerien versehenen Gruben bei Oil-creek, Pithole-creek u. a., Alleghany französischen Ursprungs sind, ist es auch nicht unwahrscheinlich, daß die alten Schächte bei Mecca (Ohio) von den Franzosen geteuft wurden. Im Jahre 1864 wurden an letzteren Orten erfolglose Versuche gemacht, um Oel durch Schachtbetrieb zu gewinnen; ebenso resultatlos waren die Versuche bei Venango im Jahre 1865.

Prof. Silliman beschrieb im Jahre 1833 die Methode der Gewinnung von Erdöl der berühmten Quelle von Cuba, durch die Senecaindianer. „Ein breites, flaches Brett wurde an einem Rande scharf gemacht, wie ein Messer, auf der flachen Seite gerade auf die Oberfläche des Wassers gelegt und in Bewegung gesetzt. Das Brett bedeckte sich mit einer Oelschicht, die daran klebte und am scharfen Rande eines Gefäßes abgeschabt wurde.“

J. D. Angier aus Titusville befaßte sich mit der Ausbeute der dortigen Quellen schon vor dem Jahre 1859; dieselben machte er acht Fuß tief und ebenso breit und richtete eine Art von Schleusensystem mit Riegelsperre ein, wodurch das Oel von oben aufgehalten wurde, während das Wasser unten abfließen konnte. In solcher Weise erhielt er 8 bis 10 Gallonen Oel per Tag, die er in Titusville für medicinische Zwecke oder zur Beleuchtung der Sägemühlen und der Bohrthürme bei den Salzbrunnen verkaufte [1]).

In Deutschland wurde Erdöl, wie überall, auf sehr primitive Weise gewonnen, wenn es nicht, wie bei Tegernsee, von selbst an die Erdoberfläche trat. Theerkuhlen wurden in einer Länge von ca. 1,5 bis 3 m, 1 bis $1^1/_4$ m Breite und 3 bis 6 m tief gegraben, die am oberen Theile ausgezimmert wurden. Das austretende Wasser war mit einer Oelschicht bedeckt, die mittelst hölzerner Schöpfkellen abgeschöpft und in hölzernen Sammelkästen aufbewahrt wurde. Dies war die Gewinnungsweise in Hänigsen, Oedesse, Edemissen ꝛc. Im Elsaß wurde der ölhaltige Sand in Wassergruben gebracht, stark umgerührt und das sich an der Oberfläche ansammelnde Oel abgeschöpft. Erst verhältnißmäßig spät und zwar um die Mitte des 18. Jahrhunderts ging man im Elsaß zu dem Tiefbauschacht über, welcher sich gegenwärtig noch hier und da vorfindet und mit Stollenbetrieb vereinigt ist [2]), doch steht man, wie erwähnt, im Begriff, denselben zu Gunsten der Bohrungen ganz aufzugeben und sind etwa 350 Bohrlöcher bis zu Tiefen von 300 m niedergetrieben, von denen ein Theil fündig geworden; wiederholt sind Springquellen [3]) erschlossen.

---

[1]) Peckham: „Report on the Production, Technology and uses of Petroleum and its Products.“ — [2]) Strippelmann: „Die Petroleumindustrie in Deutschland.“ C. Engler: „Das deutsche Erdöl.“ — [3]) Dr. Jasper: „Vorkommen von Erdöl im Unterelsaß.“ R. Schultz u. Co., Straßburg.

In Rumänien ist noch heute der allgemeine Grubenbetrieb ein sehr primitiver. Es werden Schächte in einer Tiefe von 50 bis 170 m gegraben und das Oel mit Holzeimern befördert. Die Ventilation der ziemlich enge aneinander liegenden Schächte wird durch große Blasebälge bewirkt. Die durchschnittliche Ergiebigkeit der einzelnen Schächte in 24 Stunden beträgt 300 bis 1000 Vadra (1 Vadra = ca. 12 Liter), welches Quantum auf Jahre anhält. Durch rationellen Bohrbetrieb könnte mittelst leicht construirter canadischer Bohrkrähne und Bohrwerkzeuge, oder — wo es angeht — auch mit Hülfe der so einfachen Wasserspülbohrmethode ein Massenabbau dieser Oelmengen erzielt werden. Bloß an einem einzelnen Orte (in Soloncí) bohrt gegenwärtig die Firma Gebr. Theiler erfolgreich nach canadischem System. Sie soll daselbst drei Bohrlöcher in Tiefen von 160 bis 175 m mit 25 bis 30 Barrels täglicher Ausbeute vor kurzer Zeit in Betrieb gesetzt haben, nachdem dieses Terrain vorher nur mittelst Schachtbetrieb (über 100 Schächte mit geringer Teufe) mit geringem Erfolge ausgebeutet worden ist [1]). Seither sollen sich, durch Vereinigung der Bohrunternehmungen in capitalkräftigeren Händen die Ausbeuten wesentlich gehoben haben, ganz besonders seit Einführung der amerikanischen Bohrmethoden.

Die Bewohner des Kaukasus, die Perser und Tartaren, gewannen [2]) in früherer Zeit das Oel in der Weise, daß sie Löcher von etwa 3 m Tiefe in das Oelterrain gruben, deren Wände durch Einlegen von Flechtwerk vor dem Zusammenstürzen geschützt wurden, und die auf dem Grunde sich ansammelnde Naphta mit Thontöpfen oder Hammelfellschläuchen ausschöpften; letztere dienten gleichzeitig zum Aufbewahren und Transportiren des Oeles. Später ging man zu einer besseren, an manchen Orten noch heute gebräuchlichen Methode der Erdölgewinnung über, indem man Cisternen anlegte, denen eine Trichterform gegeben wurde. Ihre Tiefe betrug 2 bis 20, selten über 30 m, die Wände fielen stufenförmig ab, um den Arbeitern das Stehen darin und die Beförderung der Erde zu erleichtern. Wurde eine ölführende Schicht durchbrochen, so wurde auf dem Boden der Grube eine 1 bis 6 m große Vertiefung gemacht, die als Sammelbassin für die zusickernde Naphta diente. Im Jahre 1830 sollen auf ganz Apscheron 82, 1862 220 und 1872 415 solcher Gruben oder Cisternen in Verwendung gestanden sein. Die Ausleerung derselben geschicht durch an Seilen hängende, $^2/_3$ bis 1 Centner Naphta fassende Schläuche (Burdjuk). Diese Cisternen müssen öfters ausgeschöpft werden, sonst ist der Oelzufluß sehr benachtheiligt, auch müssen sie von Zeit zu Zeit gereinigt werden, da sie sehr bald durch den sich ansammelnden Schlamm verstopft werden. Die tägliche Ausbeute der einzelnen Cisternen schwankte in den zwanziger Jahren zwischen 8 und 140 Pud, 1856 aber lieferten nach Angaben von Abich die damals productiven 70 Gruben bei Balachani jährlich 250 000 Pud. Die Kunde von den 1859 durch Drake in Nordamerika durchgeführten erfolgreichen Petroleumbohrungen, die nach Europa drang, veranlaßte den Oberst Nowosiljoff (1866), im Kubanygebiete bei Kudako ein Bohrloch zu erschließen. Der Versuch

---

[1]) Chemiker- u. Technikerzeitung 1890, Nr. 8, S. 247. — [2]) Oskar Schneider: „Kaukasische Naphtaproduction."

wies einen so glänzenden Erfolg auf, daß der im Kaukasus allbekannte reiche Armenier Mirsojeff — der Generalpächter der dortigen Kronsgruben — auf Apscheron Bohrversuche mit einem Erfolg machte, der die Grundlage der jetzigen großartigen Industrie bildete.

Artesische Brunnen.

In der Naphtaindustrie bilden die artesischen Brunnen den Uebergang zu den jetzigen Tiefbohrungen, sie weisen — in ihrer Verwendung — wenn auch nicht speciell für die Erdölgewinnung, ein ebenso hohes Alter auf, wie die vorher erwähnten primitivsten Fördermethoden. Lange schon fanden Jesuitenmissionäre in China artesische Brunnen in vollster Thätigkeit, die zur Gewinnung von Salzsoolen und natürlichem Gas gegraben wurden, wobei sehr oft Petroleum als Begleiter auftrat. Es ist nicht uninteressant, wie Abbé Huc in seinem Werke „Ueber China" diese Brunnen schildert:

„Die artesischen Brunnen hatten bei einer Tiefe von 450 bis 550 m einen Durchmesser von bloß 130 bis 160 mm. Die Art der Anlage war die folgende: Wenn man durch Graben eine Tiefe von 1 bis 1¼ m erreicht hatte, so setzte man eine verticale, hölzerne Röhre ein, die mit einem in der Mitte durchbohrten starken Steine zugedeckt wurde. Auf diesen Stein wurde mit einem 135 bis 180 kg schweren Rammer geschlagen und das Rohr in die Erde eingetrieben. Der Rammer war am oberen Ende concav, am unteren convex. Ein starker Mann hob ihn auf ein Gerüst und ließ ihn auf einen Hebel eigenartiger Construction fallen, der seinerseits den Rammer auf eine Höhe von zwei Fuß hob und dann frei herabfallen ließ. Von Zeit zu Zeit wurden einige Eimer Wasser in das Loch gegossen, um das Gesteinsmaterial weicher zu machen und es in kleine Stücke zu lockern. Der Rammer war an einem Seile befestigt, das nicht dicker als ein Finger, aber ebenso stark wie unsere Ankerseile war. Durch ein dreieckiges Stück Holz, das am Seile befestigt war, ertheilte ein anderer Mann dem herunterfallenden Rammer die Richtung. Diese Arbeit wurde Tag und Nacht fortgesetzt. Wurden 70 mm in der Tiefe gebohrt, so zog man die Röhre sammt deren Inhalt heraus. War der Boden gut, so konnte man in 24 Stunden eine Tiefe von 0,6 m erreichen, so daß etwa drei Jahre erforderlich waren, um einen artesischen Brunnen vollends zu graben."

In Europa wurde der erste artesische Brunnen im Jahre 1126 zu Lillers im Departement Pas de Calais erbohrt; in größerer Ausdehnung aber scheinen die artesischen Brunnen zuerst im Modenesischen und in Oesterreich angelegt worden zu sein. Die Bezeichnung der artesischen Brunnen stammt von der Grafschaft Artois her, wo die Bodenverhältnisse die Anlage solcher Bohrbrunnen sehr begünstigten.

In den Vereinigten Staaten wurde der erste artesische Brunnen im Jahre 1809 erbohrt, der außer einer sehr großen Menge von ausströmenden Gasen ein sehr gewaltiges Quantum Oel lieferte. Im Jahre 1858 wurde in Ohio eine größere Anzahl von Brunnen errichtet; Dampf-, Menschen- und Pferdekraft wurden bei der Bohrung mit gleich gutem Erfolge in Anwendung gebracht. Die

Werkzeuge und die Hauptmanipulationen blieben im Wesentlichen dieselben. Das Bohren mit Handkraft wurde mit einem Springbalken (spring-pole) ausgeführt. Zu diesem Zwecke wählte man starke Bäume von 12 bis 15 m Länge, die von ihren Aesten befreit wurden; diese setzte man in der Weise in die Erde, daß der Springbalken unter 30° auf dem oberen Ende des Rammers auffiel und ihn so in die Erde eintrieb. An der dünneren Seite des Baumes waren die Werkzeuge angebracht, die durch die Elasticität des ununterbrochen herab- und hinaufspringenden Springbalkens hinaufgezogen und bis an die Soole des Brunnens hinuntergelassen wurden [1]).

Die Erfolge, die die artesischen Brunnen aufwiesen, gaben indirect den Antrieb zur Anwendung des Bohrers. — Die „Pennsylvania Oil Rock Company" engagirte den Colonel Drake, um in Titusville artesische Brunnen zur Oelgewinnung zu graben. Drake begann am 1. Mai 1858 in einer prähistorischen, schon längst verlegten Grube seine Arbeit, indem er zuerst einen Schacht anlegen ließ; da er durch das fortwährende Aufsteigen von Wasser und Sandschlamm in seinen Arbeiten gestört wurde, ließ er von der Oberfläche bis in das feste Gestein eiserne, zusammengeschraubte Röhren einlegen, die er dann durch Bohrung zu vertiefen gedachte. Wegen Mangel an Material und guten Arbeitskräften konnte er selbst diese Arbeit nicht durchführen. Seinem Nachfolger William Smith gelang es am 28. August 1859, nach einer Vertiefung von ca. 10 m durch die Röhren Petroleum bis an die Oberfläche zu schaffen [2]).

Dieser überwältigende Erfolg gab dann Anstoß zu weiteren Versuchen und auf diese Weise entstand in einer sehr kurzen Zeit ein fieberhaftes Streben nach Tiefbohrungen in Amerika und allmälig auch in dem Kaukasus und in Europa.

Erdölgewinnung durch Bohrungen.

Von unbedingter Nothwendigkeit ist es, bevor man zum Bohren schreitet, sich eine möglichst gründliche geologische Kenntniß des Bodens zu verschaffen, um einerseits festzustellen, wo man den Bohrer zu versenken gedenkt, andererseits um annähernd feststellen zu können, wie tief man bei der Bohrung zu gehen hat, um das gewünschte Resultat zu erzielen. Diese zwei Factoren dienen als Grundlage der Wahl des einen oder anderen der gebräuchlichen Bohrsysteme; denn es ist nicht einerlei, ob man durch ein beliebig gewähltes Bohrsystem in weichem, z. B. Schlamm- oder Sandboden eine geringere oder auch größere Tiefe erreichen will. Ein Bohrer, der für einen weichen Boden und eine geringere Tiefe sehr gut geeignet ist, kann bei festem Boden und großer Tiefe sehr schlecht fungiren.

Es sind im Hauptprincipe drei Bohrsysteme in Verwendung; die drehende, stoßende und freifallende Methode. Die Bohr- und Hülfswerkzeuge, sowie die Durchführung der Bohrarbeit selbst unterscheiden sich mehr oder weniger von einander [3]).

---

[1]) Peckham: „Report on the Production, Technology and uses of Petroleum and its Products." — [2]) Ebendaselbst. — [3]) Eintheilung nach A. Fauck: „Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers" entnommen.

I. Bohrwerkzeuge.

A. Für die drehende Methode.

Der Schneckenbohrer (Fig. 1) wird für geringe Tiefen angewendet. (Durchmesser nicht mehr als 100 mm, Gestänge mindestens 30 mm stark.)

Fig. 1. Fig. 2.

Der Lettenbohrer (Fig. 2) auch für geringe Tiefe und milde Gebirgsschichten. Starkes Gestänge erforderlich.

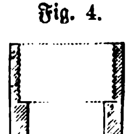
Der Röhrenbohrer mit Diamant- oder Stahlkrone besteht aus einem hohlen Gestänge, durch welches ein Wasserstrom bis auf die Sohle des Bohrloches gedrückt wird, der zwischen Röhrengestänge und Bohrlochwand aufsteigend den Bohrschlamm zu Tage fördert, wodurch die Sohle immer rein bleibt und der Bohrer wirksamer arbeiten kann.

Fig. 3.

Für weiche Gebirgsschichten benutzt man Stahlkronen, für härtere ist der Bohrer am Ende mit schwarzen Diamanten versehen (Fig. 4).

Diese von den alten Aegyptern angewandte Methode, harte Gesteine zu schneiden, war lange Zeit unerklärt. Es wurden die verschiedensten möglichen und auch unmöglichen Ansichten aufgestellt, aber nichts konnte als thatsächlicher Beweis dienen, welche Werkzeuge damals in Verwendung standen. Eine Lösung dieser Frage scheint in den Arbeiten des englischen Forschers Flinders[1]) gefunden zu sein, der durch verschiedene Funde in Gizeh zum Schlusse gelangte, daß die Aegypter Edelsteinbohrer verwendeten. Flinders theilt mit, daß an dem Granite (Fig. 5), der von einem Bohrloche in Gizeh abgebrochen wurde, Anzeichen vorhanden sind, die nur durch den Gebrauch fester Edelsteinspitzen erklärt werden können. Vorerst sind es die Einschnitte, welche in Form einer regelmäßigen Spirale herumlaufen, die genau symmetrisch zur Achse des Kernes ist. Der Rundschnitt kann auf eine Länge von vier Umdrehungen verfolgt werden; sodann sind die Rundschnitte im Quarz so tief, wie die im danebenstehenden Feldspathe oder sogar tiefer. Wären die Schnitte durch loses Pulver hergestellt worden, so würden sie im harten Quarz nicht so tief sein, nur fest eingesetzte Diamantspitzen werden gezwungen sein, in allen Theilen ihrer Arbeitslinie die gleiche Tiefe einzuschneiden.

Fig. 4.



Die angewandten Werkzeuge waren gerade Sägen, Circularsägen, röhrenförmige Bohrer und Drehbänke.

[1]) Flinders: „The Pyramides and Temples of Gizeh“.

Die röhrenförmigen Bohrer hatten 6,35 bis 125 mm im Durchmesser und 1 bis 5 mm Stärke.

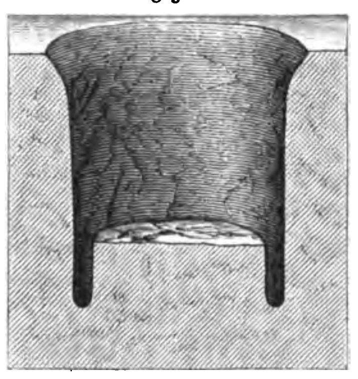
Fig. 5 zeigt einen Granitkern, der in Gizeh gefunden wurde, Fig. 6 ein Bohrloch vom Granittempel in Gizeh; der Kern ist in einer Länge von 20 mm im Bohrloche zurückgeblieben. Fig. 7 ist ein Alabaster, gefunden in Kom Ahmar von Prof. Sayee. An dem Granitkern (Fig. 5) sinkt die Spirale des Schnittes um 2,6 mm bei einem Umfange von 152 mm oder wie 1 : 60, eine erstaunliche Arbeitsleistung im Granit. Daß wir keine Reste dieser Bohrer finden, ist erklärlich, nachdem nicht anzunehmen ist, daß so kostbare Geräthe fortgeworfen wurden.

Die Annahme, daß der Diamantbohrer ein Werkzeug der Neuzeit sei, ist

Fig. 5.



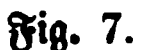
Fig. 6.

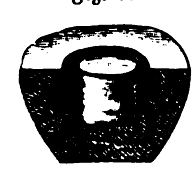


daher hinfällig und sind die Angaben Fauck's [1]) sehr plausibel, daß der Diamantbohrer ein schon in der Stein- und Bronzezeit angewendetes Werkzeug sein mußte.

Die erste Anwendung des Diamantbohrers für Tiefbohrungen geschah in Amerika, verbessert wurde er durch den englischen Capitän Beaumont. Diese Verbesserung bezieht sich jedoch bloß auf den maschinellen Theil des Bohrbetriebes; der Bohrer selbst ist im Wesentlichen geblieben, wie ihn Leschot in der Schweiz schon seit längerer Zeit angewendet hat. Das Hohlgestänge mußte für Tiefbohrungen bloß stärker construirt werden. Es besteht gewöhnlich aus 1,82 m langen Stahlröhren mit 47,6 mm äußerem Durchmesser und 12,7 mm Wandstärke. An das untere Ende der Gestängeröhren ist das 4,57 m lange Kernrohr angeschraubt, dessen Durchmesser dem Bohrlochdurchmesser entspricht (65,4 bis 78,5 mm). Das Kernrohr ist am unteren Theile durch Schraubengewinde mit der Bohrkrone versehen, die am unteren Rande 4,36 mm stärker ist, acht oder mehr schwarze Diamanten trägt, deren Durchmesser 4,36 bis 6,54 mm beträgt. Nur ein kleiner Theil der in dem Rande eingebetteten Diamanten ragt aus der Krone heraus, da sie sonst leicht ausbrechen würden. Fig. 4 zeigt die

Fig. 7.



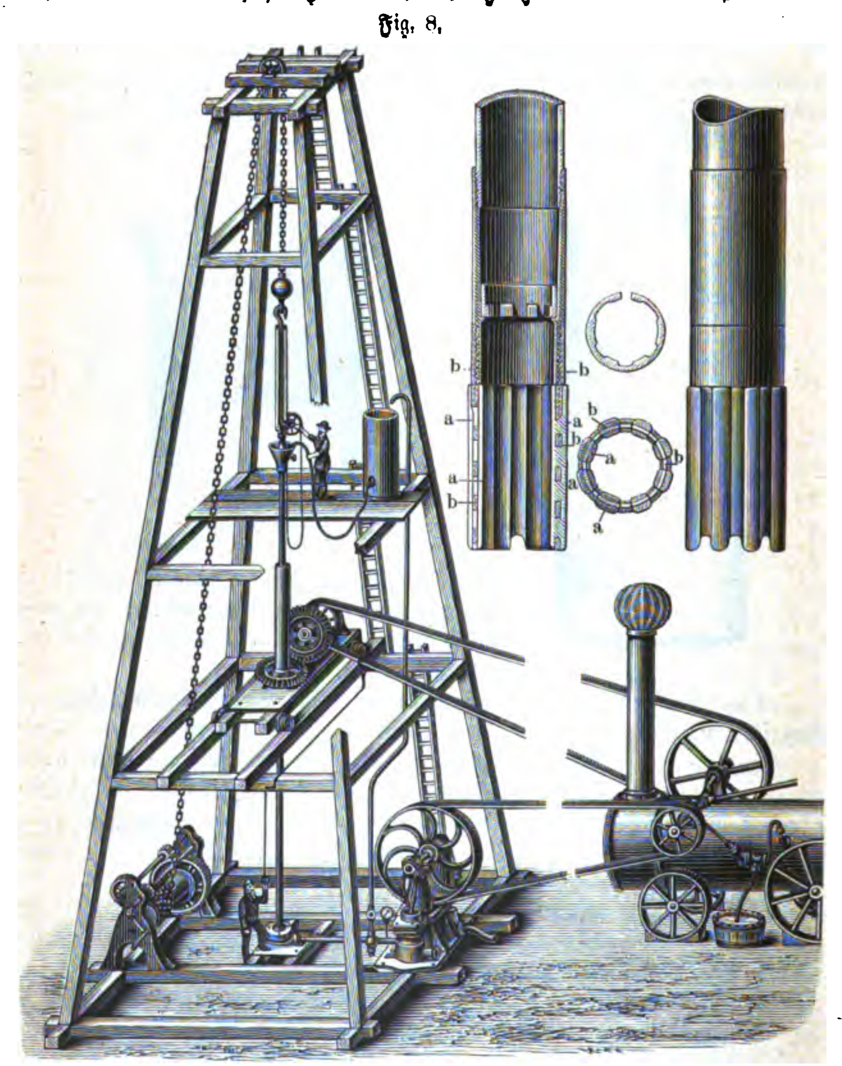


[1]) Chemiker- u. Technikerzeitung 1888, Nr. 19, S. 581.

Anordnung der Diamanten, sowie die Einschnitte zwischen denselben, um das angepreßte Spülwasser durchzulassen und das losgeriebene Gestein aufwärts zu treiben.

Die Anwendung dieses Bohrers hat große Vortheile, zunächst in der Schnelligkeit des Bohrens selbst beruhend, dann auch darin, daß das durchbohrte Terrain die Schichtungen und ihre Steigungswinkel erkennen läßt.

Fig. 8.



Der amerikanischen Well-Works-Gesellschaft (Aurora, Illinois) ist es in der letzten Zeit gelungen, mit Zuhülfenahme der Erfindungen von Köbrich, Olaf Terp u. A. eine maschinelle Einrichtung bei den Diamantbohrern in der Weise anzubringen, daß man mit derselben abwechselnd eine drehende und eine stoßende

Wirkung ausüben kann. Der Vortheil dieser Erfindung beruht in der Anwendung des an einem Bügel *a* hängenden Vorschubcylinders (Fig. 3, a. S. 26), welcher für den Fall des Durchbohrens mit Spülung zur Regelung des Vorschubes für das Hohlgestänge dient [1]). Bei *c* tritt das Spülwasser ein, bei *b* aus, oder bei geschlossenem Ventil, durch Heben des Kolbens *d*, durch die Oeffnungen *f*.

Seiner Kostspieligkeit wegen, und an manchen Orten auch der Terrainverhältnisse wegen, konnte sich der Diamantbohrer nicht überall Eingang verschaffen. Vergleicht man aber die Schnelligkeit und die Größe der Leistung eines Diamantbohrers mit einem Freifallbohrer mit Dampfbetrieb, so ergiebt sich, daß die Kostspieligkeit vollständig aufgehoben wird durch die Vortheile des Betriebes selbst. So bohrt im Durchschnitt täglich ein Freifallbohrer mit Dampfbetrieb $1^1/_2$ m, hat man also 600 m tief zu bohren, so braucht man hierzu 400 Arbeitstage. Ein Diamantbohrer leistet 10 m per Tag, oder für 600 m Tiefe sind bloß 60 Arbeitstage nothwendig. Berechnet man die täglichen Betriebsanlagen mit 20 Gulden, so sind die Betriebskosten einer Diamantbohrung um 6800 Gulden geringer.

Das in allen Welttheilen patentirte Schmirgelkernbohrverfahren von Olaf Terp in Breslau [2]) ist im Principe nichts Anderes als ein Diamantbohrer, wo statt der Diamantbohrkrone die Endflächen eines kupfernen Cylinders in einer Höhe von 15 cm mit Naxosschmirgel umgossen sind, somit eine mit Schmirgelmasse umgossene Bohrkrone (Fig. 8 rechts oben), — wo *b* die Schmirgelmasse bedeutet — die also die gleiche Anordnung wie bei einer Diamantbohrmaschine voraussetzt, direct an die Stelle der Diamantbohrkrone treten kann. Der obere Theil der kupfernen Bohrkrone ist (wie bei der Diamantkrone) mit einem Kernfänger versehen, während der untere Theil mit Schmirgelmassen von groben Körnern so fest umgossen ist, daß diese Masse eine starke Reibung und einen sehr hohen Druck aushalten kann. Da Naxosschmirgel (Korund) dem Diamant nur um einen Härtegrad nachsteht, so ist es begreiflich, daß der Schmirgelbohrer im Stande ist, alle weicheren Gesteinsmassen durchzubohren. Berücksichtigt man den billigeren Preis des Schmirgels einerseits, dann seine größere Dauerhaftigkeit gegenüber dem Diamantbohrer andererseits, da die größere Schleiffläche des ersteren länger aushalten kann, als die erbsengroßen Diamanten, so läßt sich für diese Vorrichtung die schönste Zukunft voraussagen.

B. Stoßbohrer.

Der gewöhnliche Stoßbohrer besteht aus einem Meißelbohrer an festem Gestänge und dient bloß für geringe Tiefen (Fig. 9 a. f. S.). Will man feste Schichten durchbohren, so wendet man statt des Meißels einen Schnecken- oder Lettenbohrer an. Auf diese Weise ist die Möglichkeit vorhanden, 200 m Tiefe zu erreichen. Das Gestänge muß besonders in den Verschraubungen stabil sein. Sobald man einen Meißelbohrer in Thätigkeit hat, ist es nothwendig, den im Bohrloche zurückgebliebenen Schlamm durch einen Löffel (Fig. 10 a. f. S.) herauszuschaffen. Das

---

1) Gad: „Neuerungen in der Tiefbohrtechnik." Dingl. polyt. Journ. 1889, 271, 298. — 2) E. Gad: Chemiker- und Technikerzeitung 1890, Nr. 5, S. 143.

Gestänge bleibt dasselbe, sowohl für den Meißel als auch den Lettenbohrer, und ist es am zweckmäßigsten, wenn man dem Gestänge einen Durchmesser von 78,5 mm, nie weniger aber als 29,5 mm giebt. Die Verschraubungen haben eine Gewindestärke von 36 mm. Um die Gestänge zu drehen, bedient man sich eines Schlüssels (Fig. 11), der so eingerichtet ist, daß man denselben bequem fassen und an beliebigen Höhen am Gestänge festklemmen kann. Das Heben und Einlassen des Gestänges geschieht durch einen gewöhnlichen Krahn, der eine Tragfähigkeit von ca. 5000 kg hat.

Fig. 9. Fig. 10. Fig. 12. Fig. 13 a. Fig. 13 b. Fig. 11.

Der Fauvelle'sche Stoßbohrer mit Hohlgestänge und Schlammauftrieb, wie beim Diamantbohrer, wird jetzt nur noch selten angewendet; er wurde bloß für geringe Durchmesser und nicht zu harte Gesteine gebraucht [1]).

In die Reihe der Stoßbohrer gehören die sehr verbreiteten und vielfach angewandten Systeme mit Rutschscheeren (Fig. 12 u. 13 a u. b), am Eisen- oder Holzgestänge (canadisches System), oder am Seile (amerikanisches, auch pennsylvanisches System). Die Rutschscheere bildet den Uebergang vom festen Gestängestoßbohrer zum Freifallbohrer, da sie für das Schlaggewicht eine bedeutendere Geschwindigkeit zuläßt, als dies bei einer festen Verbindung ermöglicht werden kann.

C. Canadisches Bohrsystem.

Dieses nach dem Lande der Erfindung so genannte System verschaffte sich rasch und mit ziemlichem Erfolge Eingang in fast ganz Europa.

Wie bei fast allen Bohrsystemen hat man auch hier

[1]) In den milden Schichten von Pechelbronn ist er mit Vortheil anwendbar; ein Fehler ist, daß man bei Mangel einer Kerngewinnung keinen völligen Aufschluß über die Lagerungsverhältnisse der Oelschichten hat (Gad, Dingl. polyt. Journ. 281, 52).

einen Stahlmeißel, dessen Schaft durch einen schweren Rohrbär verlängert ist, der wieder an einer Rutschschere befestigt erscheint. Die Rutschschere[1] hat nicht allein den Zweck als Abfallstück zu wirken, sondern auch durch ein kräftiges Andrängen von oben das festgeklammerte Bohrzeug sicher herauszureißen. Das obere Glied der Rutschschere wird an das hölzerne Bohrgestänge angeschraubt. Um das Bohrgeräth nachlassen zu können, bedient man sich der Nachlaßschraube a (Fig. 14 und 15 a. f. S.). Der Krückel a (Fig. 15) bewirkt durch Drehung des Gestänges den Umsatz des Bohrmeißels. Die Nachlaßkette b dient zum Tragen der Nachlaßschraube mit Gestänge und Bohrgeräth. Sie ist um den Kopf des Bohrschwengels c geführt und hinten um eine Welle mit Sperrrad d und Sperrklinke gewickelt. Diese Kette bewerkstelligt ein noch bedeutenderes Nachlassen.

Fig. 14.

Der Bohrschwengel c steht mit der Kurbel g durch die Zugstange f in Verbindung. Durch Drehung der Kurbel wird das Stoßen des Bohrgeräthes bewirkt.

Die Riemenscheibe h bekommt die Bewegung durch die Riemenscheibe h_1 der Locomobile i. Die Aufhol- und Einlaßvorrichtung für das Bohrgestänge besteht aus den Seilwellen k und k_1. Mit dem Hebel p ist man in der Lage, durch ein starkes Anziehen die Bewegung plötzlich zu hemmen. Die Löffelvorrichtung steht mit der Frictionsscheibe r in Verbindung, die durch den Hebel v an die Riemenscheibe h_1 gedrückt und in Wirkung gebracht wird. Die Locomobile i selbst kann durch die Riemenscheibe h_1

[1] Gad: „Neuerungen in der Tiefbohrtechnik.“ Dingl. polyt. Journ. 272, 243 bis 244.

jederzeit umgestellt werden, so daß sie für das Heben oder Senken der Bohrgeräthe in Bewegung gebracht werden kann. *m* und *l*, sowie *s*, *t* und *u* sind Seilrollen.

Die Verrohrung bekleidet die ganze Brunnenwand und besteht aus geschweißten Eisenröhren mit unten erweiterten Schraubenmuttern zur Aufnahme der oberen Schraubengewinde. In weiten Bohrlöchern sinkt die Verbohrung durch das eigene Gewicht nieder.

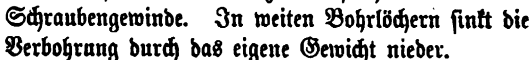
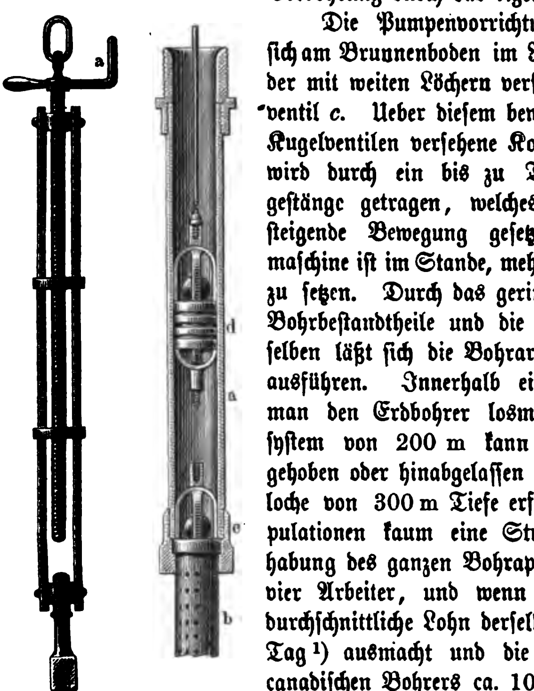


Fig. 15. Fig. 15 a.



Die Pumpenvorrichtung (Fig. 15 a) befindet sich am Brunnenboden im Rohre *a*. Der Schieber *b*, der mit weiten Löchern versehen ist, trägt ein Kugelventil *c*. Ueber diesem bewegt sich der ebenfalls mit Kugelventilen versehene Kolben *d*. Der Ventilkolben wird durch ein bis zu Tage reichendes Pumpengestänge getragen, welches dort in auf- und absteigende Bewegung gesetzt wird. Eine Dampfmaschine ist im Stande, mehrere Pumpen in Thätigkeit zu setzen. Durch das geringe Gewicht der einzelnen Bohrbestandtheile und die praktische Anordnung derselben läßt sich die Bohrarbeit sehr rasch und leicht ausführen. Innerhalb einer halben Minute kann man den Erdbohrer losmachen und ein Stangensystem von 200 m kann in 10 bis 12 Minuten gehoben oder hinabgelassen werden. Bei einem Bohrloche von 300 m Tiefe erfordern sämmtliche Manipulationen kaum eine Stunde Zeit. Die Handhabung des ganzen Bohrapparates erfordert drei bis vier Arbeiter, und wenn wir annehmen, daß der durchschnittliche Lohn derselben 20 bis 30 Mark per Tag [1]) ausmacht und die Durchschnittsleistung des canadischen Bohrers ca. 10 bis 12 m per 24 Stunden beträgt, so lassen sich die Kosten einer completen Installation des canadischen Systems zwischen 16 000 bis 20 000 Mark feststellen, mitinbegriffen die Kosten einer 12- bis 15pferdigen Dampfmaschine sammt Kessel per 6000 bis 8000 Mark.

D. Das amerikanische oder pennsylvanische System

hat gleich wie das canadische eine ziemliche Verbreitung in der Tiefbohrung gefunden und unterscheidet sich von letzterem im Wesentlichen durch die Anwendung des Seiles statt des Holzgestänges. Die Methode wird in Pennsylvanien für Tiefbohrungen von mehr als 200 m ausschließlich angewendet.

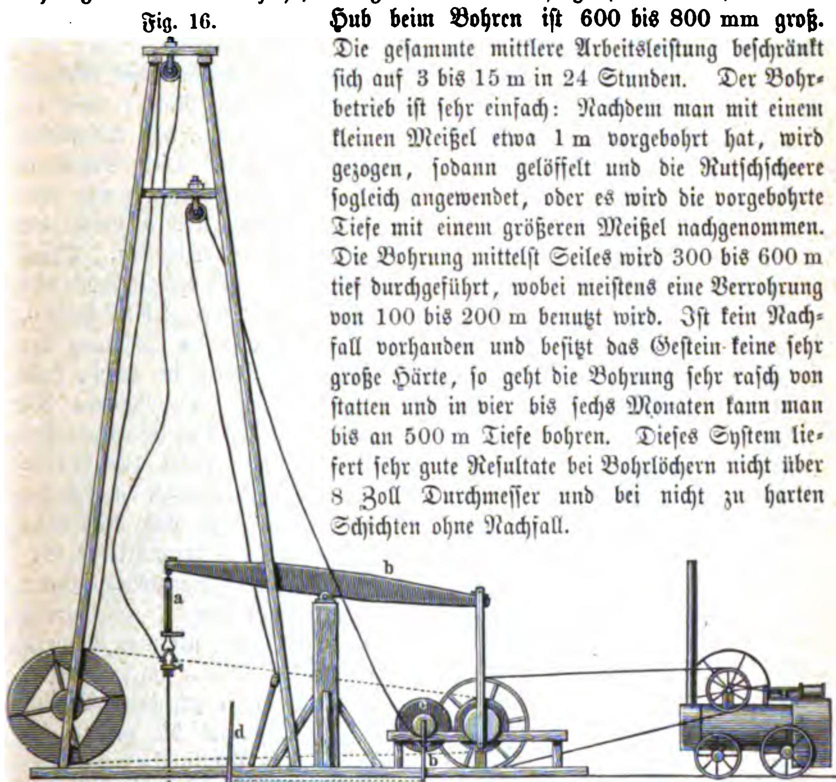
An das untere Ende des statt Gestänge angewandten 39 bis 52 mm starken Manilahanfseiles ist ein Seilstück eingenietet, welches mit der Rutschscheere und Bohrstange verbunden ist, an dem der Meißel angebracht wird. Aus Fig. 16

---

[1]) Chemiker- und Technikerzeitung 1890, Nr. 4, S. 108.

ist die ganze Einrichtung ersichtlich: *a* ist die mittelst einer Schraubenklemme an das Bohrseil befestigte Nachlaßschraube, *b* ist ein gleicharmiger Balancier ohne Gegengewicht. Der Löffel ist an der Welle *c* befestigt, die durch den Hebel *d* in Bewegung gesetzt wird. Die Geschwindigkeit, mit welcher diese Einrichtung die Arbeit vollzieht, beträgt 35 bis 45 Schläge per Minute, und der Hub beim Bohren ist 600 bis 800 mm groß.

Fig. 16.



Die gesammte mittlere Arbeitsleistung beschränkt sich auf 3 bis 15 m in 24 Stunden. Der Bohrbetrieb ist sehr einfach: Nachdem man mit einem kleinen Meißel etwa 1 m vorgebohrt hat, wird gezogen, sodann gelöffelt und die Rutschscheere sogleich angewendet, oder es wird die vorgebohrte Tiefe mit einem größeren Meißel nachgenommen. Die Bohrung mittelst Seiles wird 300 bis 600 m tief durchgeführt, wobei meistens eine Verrohrung von 100 bis 200 m benutzt wird. Ist kein Nachfall vorhanden und besitzt das Gestein keine sehr große Härte, so geht die Bohrung sehr rasch von statten und in vier bis sechs Monaten kann man bis an 500 m Tiefe bohren. Dieses System liefert sehr gute Resultate bei Bohrlöchern nicht über 8 Zoll Durchmesser und bei nicht zu harten Schichten ohne Nachfall.

Bei Gebrauch des Seilbohrers ist eine außerordentliche Sicherheit in der Handhabung und große Vertrautheit mit diesem Systeme nothwendig, sonst können hier viel leichter Störungen vorkommen, als bei Anwendung der festen Gestänge, da bei größerer Tiefe die Fühlung am Hanfseil schwierig ist und viel Uebung erfordert [1]).

E. Freifallbohrer.

Die von Galilei zuerst erkannten und festgestellten Gesetze des freien Falles, daß die Fallräume proportional den Quadraten der Fallzeiten sind, und die damit im Zusammenhange stehende Zunahme der Kraft des fallenden Körpers liegt dem Freifallbohrsysteme zu Grunde.

[1]) Neuere amerikanische Seilbohrmaschinen construirten G. Pech, Henry H. Davenport und Dalton A. Brosius. (Gad: „Neuerungen in der Tiefbohrtechnik." Dingl. polyt. Journ. 281, 55.)

Der einfachste, gute Erfolge aufweisende Freifallbohrer ist der Fabian'sche (Fig. 17), da er sich in allen Fällen anwenden läßt und sich für die kleinsten wie für die größten Bohrlochdurchmesser eignet. Historisch wichtiger und älter, als der Fabian'sche, ist ein Freifallapparat mit selbstthätigem Abfallstück — der Kind'sche Bohrer mit Freifallscheere — (Fig. 18).

Dieser Apparat leistet, da der Bohrer durch eine eigene Vorrichtung selbstthätig abgeworfen werden kann, sehr gute Dienste bei Bohrarbeiten von großen Tiefen. Bei Hebung der Scheibe *a* durch den Widerstand des Wassers im Bohrloch werden die Fanghaken *d* durch den Ring *c* oben an einander gedrückt, öffnen sich nach unten und lassen das Abfallstück frei herabfallen. Diese Scheibe *a* ist durch die Schienen *b* mit dem Ringe *c* und Keil *s* durch die Schrauben *o o* verbunden. Beim Aufheben des Werkzeuges drückt das Wasser von oben gegen die Scheibe *a*, verhindert also die Oeffnung der Zange *d*. Sobald der höchste Hub erreicht ist, d. i. im Moment des Aufschlages des Bohrschwengels auf die Prellfeder, drückt das Wasser beim Niedergange unter die Scheibe, der heftige Auf- und Rückschlag des Schwengels vermehrt die Geschwindigkeit des Ganges der Scheere beim höchsten Stande. Gleichzeitig ist der Stoß des stehenden Wassers gegen die Scheibe *a* um so heftiger, hierdurch öffnet sich beim Beginn des Niederganges die Zange *d d* und läßt das Abfallstück *g* frei niederfallen. Während des weiteren Niederganges des Oberstückes bleibt die Zange, da doch der Wasserdruck von unten fortdauert, geöffnet, faßt beim tiefsten Hube den Kopf *e* und schließt sich sofort beim beginnenden Aufgange, da jetzt der Wasserdruck von oben wirkt. Der Leitkeil *n* wird in einem Schlitze geführt. Die breiten Seitenschienen *h h* werden durch den Leitkeil *n* zusammengehalten, der gleichfalls mit den Zugstangen *b* verbundene Keil *s* wird beim Aufgange zwischen die Fangscheere gedrückt und hierdurch ein vorzeitiges Auslösen des Abfallstückes *g* verhindert.

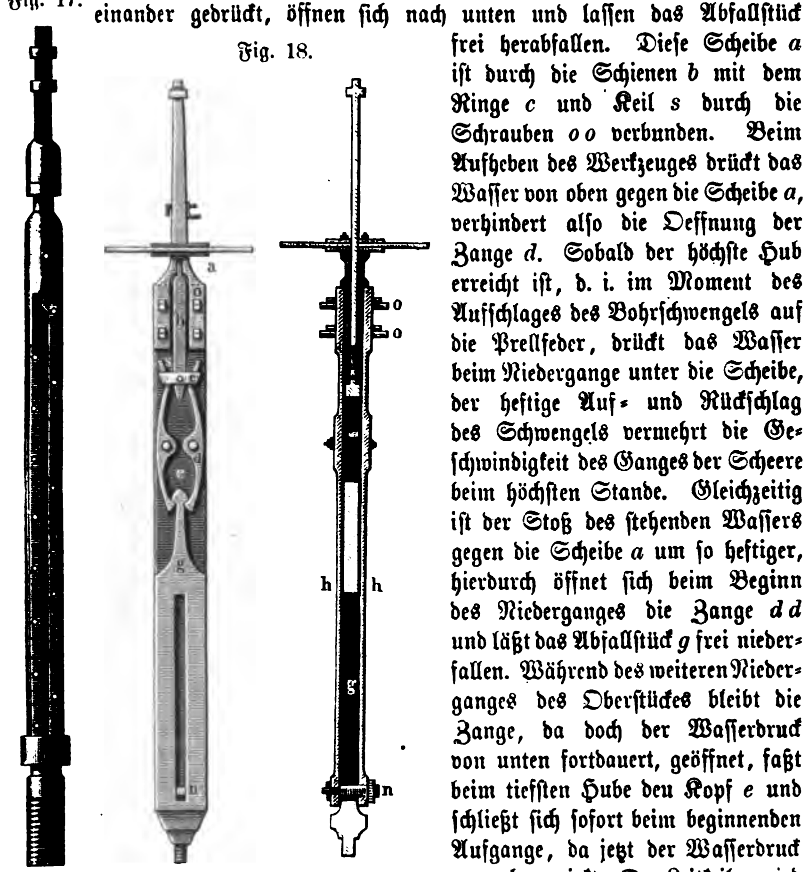


Fig. 17. Fig. 18.

Der bekannte Bohrtechniker Degoussée drückt sich in seinem Werke über den Kind'schen Freifallbohrer folgendermaßen aus: „Das sogenannte Freifall-

instrument von Kind, welches im letzten Jahrzehnt allgemein geworden und dessen große Vortheile kaum ein Bohrtechniker verkennen wird, wenn es sich darum handelt, ein tiefes Bohrloch von großem Durchmesser in der kürzesten Zeit und mit verhältnißmäßig geringem Geldaufwande niederzustoßen, gehört unstreitig zu den geistreichsten Erfindungen der Neuzeit, obgleich sie nicht Kind allein zugeschrieben werden kann, da Oeynhausen, Rost und Fabian ebenfalls ihren Antheil daran haben."

F. Fauck'sches Freifallbohrsystem[1]).

Die Haupttheile dieses Systems sind folgende: Bohrmeißel (Fig. 19 und Fig. 20, a. f. S.), werden in genau abgepaßten Nummern von 61 bis 680 mm Schneidebreite aus bestem, zähem und gut härtbarem Gußstahle genau nach der Form geschmiedet. Die Seitenschneiden sind nach der Kreislinie des Bohrloches gekrümmt. Der Doppelkeilverschluß *b* dient zur Verbindung des Meißels mit dem oberen Theile des Abfallstückes. Das Lösen der Verbindung geschieht sehr rasch mittelst eigener Nasenkeile, welche in die sogenannten Auskeillöcher *a* (Fig. 21) eingetrieben werden. Der starke Bund *a* (Fig. 19 und 20) dient zum bequemen Unterfassen bei etwaigen Meißelbrüchen.

Die Bohrstange (Fig. 21, a. f. S.) dient zur Erhöhung des Gewichtes des Abfallstückes, um so die Wirkung des Aufschlages zu verstärken. Als Verbindung dient ein Doppelkeilverschluß.

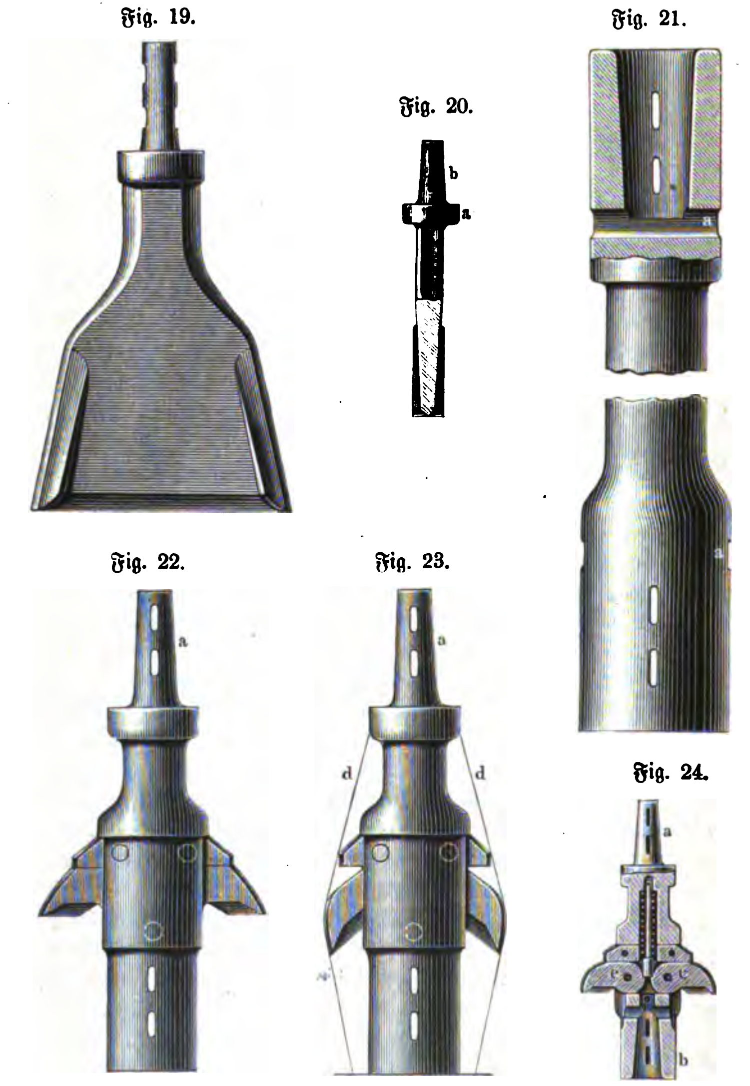
Der Nachnehmbohrer (Fig. 22, 23 u. 24, a. f. S.) wird zwischen der Bohrstange und dem Meißel eingefügt, wenn die Verrohrung durch Erweiterung des Bohrloches unterhalb desselben nachgeführt werden soll. Der Körper ist aus Schmiedeeisen construirt, trägt oben einen Zapfen *a*, unten eine Hülse *b* für eine Doppelkeilschloßverbindung. In der Mitte befinden sich zwei Schneidebacken *c* aus dem besten Tiegelgußstahl, welche man leicht mit solchen von anderen Dimensionen auswechseln kann. Beim Einlassen ins Bohrloch werden die Schneidebacken durch Draht *d* zusammengebunden (Fig. 23), der über die Meißelschneide geführt wird, worauf der Meißel beim Aufschlagen auf die Bohrlochsohle den Draht zerreißt und die Schneidebacken unter den Röhren auseinander treten. Die Druckvorrichtung zum Festhalten der Schneidebacken liegt geschützt im Inneren des Apparates und ist aus Fig. 24 ersichtlich.

Das Freifallinstrument besteht aus zwei Theilen, dem Abfallstück und der Hülse, und ist ein verbessertes Fabian'sches Abfallstück. Der sogenannte Fangkeil *c* (Fig. 25, a. S. 37), welcher in den beiden diametral stehenden Längsschlitzen der Hülse auf- und niedergleitet, verbindet das schmiedeeiserne Abfallstück *a* mit der Hülse *b*, in deren ausgebohrtem Inneren es seine Führung findet. Festgehalten wird dieser Fangkeil *c* (Fig. 26, a. S. 37) durch einen zweiten darunter liegenden Keil c_1, welcher seinerseits durch einen eingetriebenen conischen Stift c_2 befestigt wird. Am unteren Ende besitzt das Abfallstück Bund *e* und Zapfen *f* zum An-

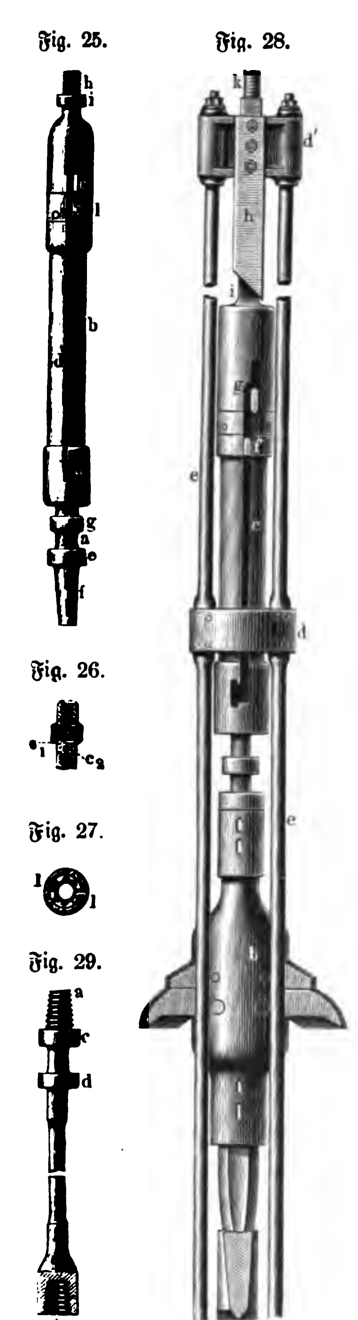
[1]) Gad: „Neuerungen in der Tiefbohrtechnik." Dingl. polyt. Journ. 271, 289.

schlusse an die Bohrstange mittelst des Doppelkeilverschlusses, sowie einen Fangbund *g* zum Erfassen im Falle eingetretenen Bruches.

Die aus bestem Schweißeisen geschmiedete Hülse wird mit einem Mutterstück an dem Schraubenzapfen *h* und Bund *i* mit dem Gestänge verbunden. Die



Schlitze *d* sind zu Keilspitzen *k* erweitert, deren Sitzflächen — eine wesentliche Neuerung — durch eingelegte und auswechselbare Stahlsegmente *l* (auch Fig. 27) gebildet sind. Unten erweitern sich die Schlitze, ebenfalls in verbesserter Weise, zum sogenannten Sicherheitsschloß *m*. Beim Einlassen des Bohrzeuges in das



Bohrloch ruht der Fangkeil in diesem Sicherheitsschlosse und stößt beim etwaigen Aufsitzen des Meißels unterwegs die obere Auskehlung an, wodurch verhindert wird, daß sich das Abfallstück auf den Keilsitzen oben fängt und dann bei plötzlichem Abfalle Schaden anrichtet. (Bohrgestänge und Bohrtransmission werden beim selbstthätigen Freifallbohrer besprochen, da sie die gleiche Anordnung besitzen.)

Eine Modification bildet

G. Fauck's selbstthätiger Freifallbohrer.

Der selbstthätige Freifallbohrer [1]) (Fig. 28) ist für Durchmesser von 300 bis 1000 mm und für Bohrtiefen über 300 m eingerichtet. Dieser Apparat besteht aus dem Meißel *a*, Freifallinstrument *c* und Rahmen *d*. Das Freifallinstrument hat statt eines zwei feste Fangkeile, von denen der untere *f* zur Führung und zum Einhängen in das Sicherheitsschloß bestimmt und unbeweglich ist, der obere *g*, der eigentliche Fangkeil, ein in Stahllagen drehbarer Flügelkeil ist. Das Fangen des Abfallstückes findet in der bekannten Weise statt, das selbstthätige Abwerfen dagegen durch den Druck der schiefen unteren Fläche der Schiene *h* gegen den Fangkeil. Die obere Fortsetzung der Hülse des Freifallinstrumentes bildet eine längere Stange *i* von quadratischem Querschnitte, die in dem Oberstücke *d'* des Rahmens ihre Führung findet, denselben auch beim Umsetzen mitnimmt und oben die Schraube *k* zur Verbindung mit dem Gestänge trägt. Während der Abfall stattfindet, hebt das Instrument den Rahmen, der aus vier Rundeisenstangen *e* und den Verbindungsstücken *d* und *d'* besteht, etwas in die Höhe, während welcher Zeit das Umsetzen erfolgt.

Das Bohrgestänge (Fig. 29) besteht aus Quadrateisenstäben bester Schmiedeeisensorte

---

[1]) Gad: „Neuerungen in der Tiefbohrtechnik." Dingl. polyt. Journ. 1889, 271, 290.

von 5 m Länge. Die Verbindung derselben geschieht durch conische Gewindezapfen *a* und gleiche Mutterschrauben *b*. Der obere Bund *c* unterhalb des Gewindezapfens dient für den Aufzugskloben (Gehängestuhl), der untere Bund *d* für das Untergreifen der Gabel (Schlüssel). Der Durchmesser von 20 mm reicht völlig aus, um selbst auf bedeutenden Tiefen Festigkeit zu gewähren und Prellung, sowie Umsetzung auf das Freifallinstrument zu übertragen. Für ausnahmsweise Tiefen ist ein Gestänge von 23 mm Durchmesser zu wählen.

Die Bohrtransmission [1]) von Fauck (Fig. 30 und 31) ist nach folgenden Gesichtspunkten angeordnet:

Fig. 30.

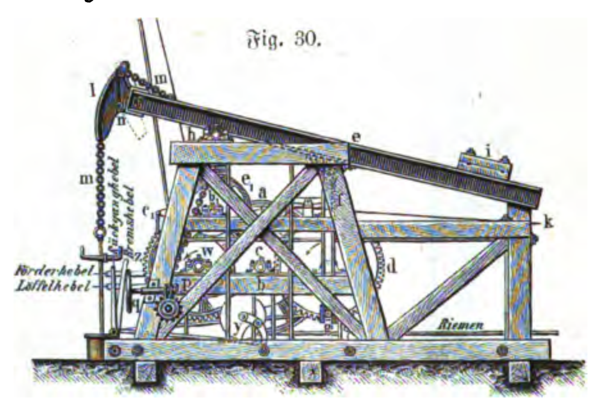
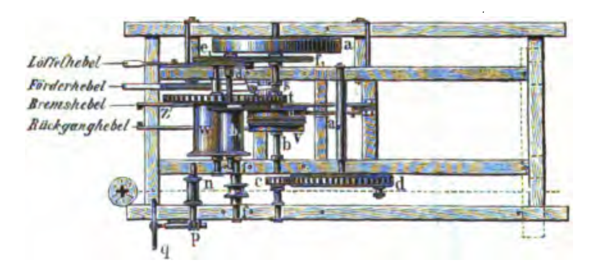


Fig. 31.



1. Gute Schwengelprellung als Hauptbedingung.
2. Möglichst hoher Hub von 1 bis 1,5 m.
3. Hohe Lage des Schwengelkopfes zum Entleeren des Bohrschachtes.
4. Rücklegbarer Schwengelkopf, ohne Rückbewegung des ganzen Schwengels.
5. Anordnung der Theile so, daß alle Bohrarbeiten (Bohren, Einlassen, Ausziehen, Löffeln) nach einander durch den Bohrmeister von einem bequemen Standpunkte aus bewirkt werden können.
6. Verwendung einer einfachen Dampfmaschine ohne Umsteuerung für alle Vorrichtungen.

---

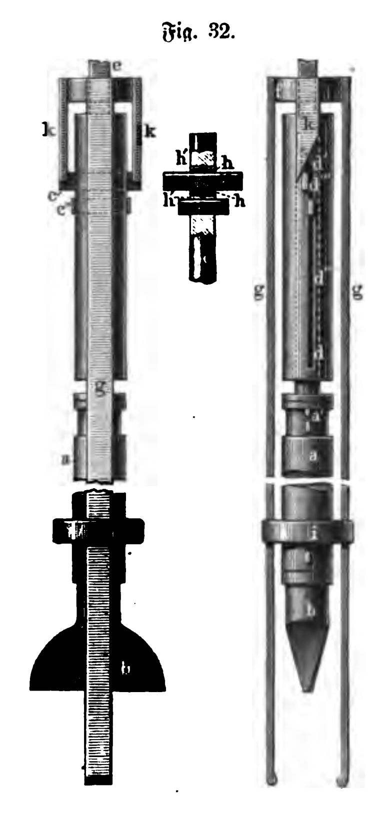
[1]) Gad: „Neuerungen in der Tiefbohrtechnik." Dingl. polyt. Journ. 1889, 271, 291.

Diesen Ansprüchen kann nach Ansicht von Fauck angeblich durch nachfolgende Anordnung Genüge geleistet werden.

Die Riemenscheibe *a* wird durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt und treibt die Hauptwelle, auf der sie aufgekeilt ist, in angedeuteter Richtung. Von dieser Welle wird durch Anziehen der verschiedenen Handhebel die Kraft entweder zum Bohren oder zum Aufholen, Einlassen und Löffeln entnommen.

Will man das Bohren beginnen, so wird durch Handhebel das auf der Welle mittelst Nuth und Feder verschließbare Zahnrad *c* zum Eingriff in das Rad *d* gebracht. Das letztere dient zugleich als Kurbelscheibe und hat vier in verschiedenen Abständen von der Achse befindliche Löcher, so daß der Hub des Bohrschwengels je nach Belieben von 1 bis 0,5 m verändert werden kann. Die Uebertragung auf den Schwengel *e* (Fig. 30) geschieht durch die eiserne Pleuelstange *f*, deren Angriffspunkt an demselben jedoch nicht starr ist, sondern durch ein in einem Rahmen *g* verschiebbares Lager gebildet wird. Der Schwengel besteht aus zwei starken zusammengefügten I-Eisen, welche, da keine Zurückschiebung nöthig ist, bei *h* festgelagert sind. Durch ein am rückwärtigen Theil des Schwengels angebrachtes und beliebig verschiebbares Gegengewicht *i* wird das Bohrzeug nicht allein abbalancirt, sondern durch das bedeutendere Gegengewicht selbst in die Höhe gedrückt und hierdurch bewirkt, daß das Schwanzende des Schwengels mit Gewalt auf das Prellstück *k* schlägt und hierdurch die Prellung verursacht. Die über den Schwengelkopf *l* gelegte Bohrkette *m* (Fig. 30) ist auf der Trommel *n* (Fig. 31) befestigt und kann durch die aus dem Wurmrade und Schnecke *p* bestehende selbstsperrende Nachlaßvorrichtung durch Umdrehung des Handrades *q* während des Bohrens allmälig nachgelassen werden. Die Kreissegmentform des Schwengelkopfes bewirkt, daß die Bohrkette stets genau in der Mitte des Bohrloches verbleibt. Soll dieselbe für die Nebenarbeiten frei gemacht werden, so ist der Bolzen herauszuziehen, das Kreissegment einfach zurückzulegen und dann der Bolzen wieder vorzustecken.

Fig. 32.



Um aufzuholen, wird mit dem Förderhebel die lose auf der Hauptwelle *b* sitzende Hülse *s* (Fig. 31) — auf der das Zahnrad *t* und die mit dem Frictionsconus versehene Bremse *n* aufgekeilt sind — gegen die fest auf der Achse sitzende

Fig. 33.

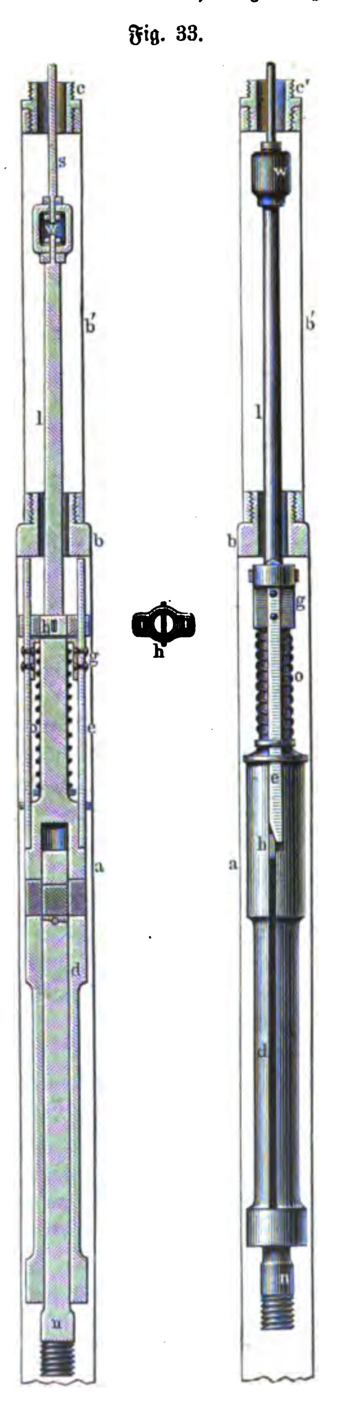
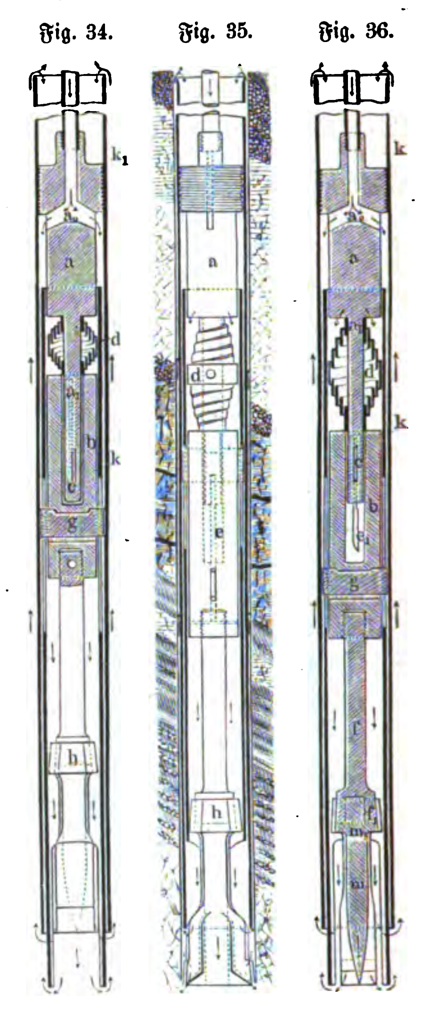


Fig. 34. Fig. 35. Fig. 36.



Frictionshülse *v* angedrückt und dadurch die Förderseiltrommel *w* im Sinne des Pfeiles bewegt. In 10 bis 20 Secunden werden damit zwei Stück Gestänge, d. h. gewöhnliche Stangenzüge, von je 10 m Länge gezogen.

Um das Bohrzeug einzulassen, wird der Rückgangshebel angezogen, derselbe hebt das bewegliche Lager (Fig. 30) der kurzen Welle *g*, die das mit dem großen Zahnrade *z* in Eingriff befindliche Zahnrad *t* (Fig. 31) und das Keilrad *u* (Fig. 31)

trägt, letzteres wird an die Keilrillen der Frictionshülse v angedrückt und die Fördertrommel w entgegengesetzt dem Sinne des Pfeiles bewegt. Das Einlassen geschieht mit noch größerer Geschwindigkeit als das Aufholen und kann das Bohrzeug durch die Bremse a (Fig. 31) jeden Augenblick abgebremst werden.

Die Bewegung der Löffelseiltrommel b geschieht durch Niederdrücken des Löffelhebels, wodurch das mit dem Hebel c (Fig. 30) verbundene bewegliche Lager d_1 (Fig. 31) der Löffeltrommel gesenkt und das Keilrad e, gegen das auf der Hauptwelle sitzende Keilrad f_1 (Fig. 31) gedrückt wird. Beim Einlassen des Schlammlöffels, sowie beim Spiel desselben dient die Friction zugleich als Bremse.

In Fig. 32 (a. S. 39) und 33 sind Fauck'sche Freifallscheeren, selbstthätig, mit und ohne Wasserspülung ersichtlich. Die Bohrstange a (Fig. 32) mit dem Meißel b ist durch Doppelkeil a' mit dem in der Hülse d beweglichen Abfallstück c verbunden. Rahmenkopf f mit Schraube e und Rahmen $k k$, sowie Schienen $g g$ und Ring i bilden die Führung. Keil c' des Abfallstückes ist in dem mittelst der Stifte $h' h'$ arretirbaren Lager $h h$ drehbar. Bei der Abwärtsbewegung wird c' durch den Theil d' des Schlitzes d'' gedreht und beim Aufgange wird c'' durch Schlitz d''' der Hülse gefaßt. In Fig. 33 umschließt Mantel a das Bohrzeug, und ist mittelst b und b' mit dem Gestänge c verbunden, S das Bohrrohr; die Scheere d mit dem Schaft l verbunden, hat zwei Nuten zur Aufnahme der Schieber $e e$, die mit Muffe g verbunden sind und durch die Führung h gehen. Feder o drückt g und h aneinander.

In letzter Zeit hat Em. Przibilla in Köln einen selbstthätigen Tiefbohrapparat für Kurbelbetrieb und Wasserspülung erfunden (Fig. 34, 35 und 36), der an das Gestänge angeschraubte Kopf a bildet mit Stange a_1 ein Stück, letzteres gleitet in Hülse b und trägt den Keil c, der sich mit derselben im Schlitz e bewegt, ähnlich wirkt Keil g. Feder d ist zwischen Kopf a und Hülse b eingelegt, in letztere ist Stange f und Meißel m eingeschraubt. Bei der Abwärtsbewegung drückt das Gestänge die Feder zusammen und a_1 in die Aussparung e_1. Beim Anhub wird die Hülse b rechts gedreht, fällt ab und die entspannte Feder drückt den Meißel auf die Bohrsohle. Das Spülwasser tritt bei a in das Innere ein, um zwischen Bohrlochwand und Rohr $k k'$ aufzusteigen.

II. Hülfswerkzeuge.

Verröhrung der Bohrlöcher.

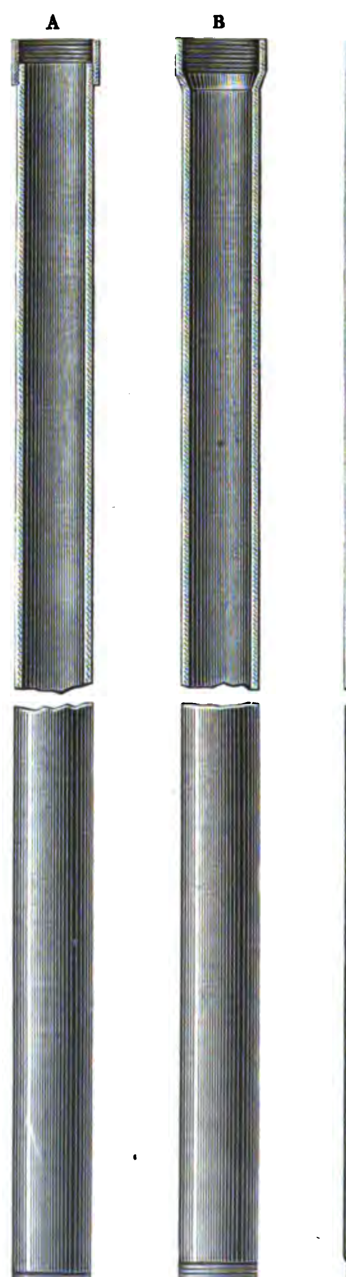
A. Keilröhren (Fig. 37, a. f. S.) dienen zur einfachsten Verröhrung; sie sind am oberen Ende etwas weiter als am unteren, so daß die einzelnen Röhrenstücke 6 Zoll = 158 mm in einander geschoben werden können. Die in einander geschobenen Verbindungsstellen werden dann vernietet.

B. Muffenröhren mit conischen Enden werden aus starkem Blech hergestellt (Fig. 38, a. f. S.) und sind dieselben zu empfehlen, wo man die Röhren mit großem Drucke von oben hinunter zu bringen gedenkt.

C. Verschraubte Röhren (Fig. 39 A, B, C, a. f. S.) aus Schmiedeeisen, erzeugt mit einer Wandstärke von 3 mm, bei einem Durchmesser von 101,6 mm,

Fig. 37. Fig. 38. Fig. 39.





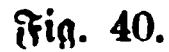
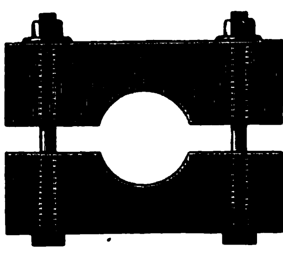
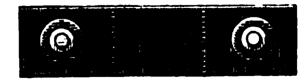


Fig. 40.

Fig. 41.



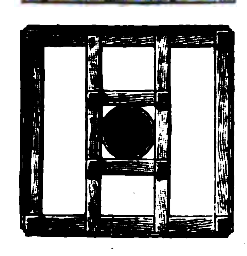


werden nur dann angewendet, wenn das Wasser von selbst aus dem Tiefsten aufsteigt und sich nicht mit dem oberen Wasser vermischen soll, was bei Erdölbohrungen sehr häufig der Fall ist. Sie existiren in drei Sorten.

Die erste Sorte Röhren (Fig. 39 A) ist den gewöhnlichen Gasröhren nachgebildet, das eine Ende der Röhren ist um so viel erweitert, daß es als Muffe (Fig. 39 B) dienen kann. Bei der zweiten Sorte wird das eine Ende zusammengezogen, um in das andere hineingeschraubt werden zu können (Fig. 39 C).

Fig. 42.





Das Einziehen der Röhren

geschieht in nachfolgender Weise. Man stellt aus Holz, Guß- oder auch aus Schmiedeeisen einen sogenannten Bohrtaucher her, der zugleich die erste Verröhrung eines Bohrloches bildet. Aus Holz macht man ihn entweder rund oder auch sechs- bis achteckig, oft genügt auch ein einfacher viereckiger Kasten; aus Guß- oder Schmiedeeisen ist er ein einfaches starkes Rohr. Der Bohrtaucher (Fig. 40) wird in einen vorher 6 m tief ausgegrabenen Schacht senkrecht eingesetzt und zwar, wenn möglich, auf festes Gestein in der Weise, daß er sich genau unter dem Angriffsrade des Schwengels befindet. Hat aber der Boden zufolge wasserführender Schichten rc. eine

solche Beschaffenheit, daß es unmöglich ist, einen Bohrschacht anzulegen, dann wird, sobald eine wasserführende Schicht erreicht ist, eingesetzt und getrieben. Bei der nun beginnenden Bohrarbeit muß, wenn der Bohrtaucher noch nicht eine festere Schicht erreicht hat, alsbald eine erste Verröhrung eingebracht werden. Zu diesem Zwecke werden mehrere Röhrenstücke zusammengenietet, ins Bohrloch gehängt und oben durch ein Röhrenbündel (Fig. 41, a. v. S.) gehalten, wobei das obere Ende ca. 0,30 m hoch über dem Bündel hervorstehen muß, um die Vernietung des nun aufgesetzten Röhrenstückes bequem vornehmen zu können. Um die einzelnen Röhrenstücke nacheinander über dem Bohrloche zusammenzufügen, muß die Röhre nach jedesmaliger Beendigung der Vernietung oben etwas gehoben und das Bündel gelöst werden, worauf dann die Verröhrung gesenkt und das Bündel an der entsprechenden Stelle wieder fest geschraubt wird. Das Festhalten der Röhren am oberen Ende kann entweder mit einem zweiten Bündel oder auch mit zwei starken Stricken (Seilen) geschehen (Fig. 42, a. v. S.).

Fig. 44.

Fig. 43.

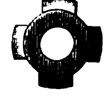


Fig. 45.

Um die Röhren beim Hinablassen besser drehen zu können, benutzt man gleichfalls das Röhrenbündel, welches in der erforderlichen Höhe an der Röhre festgeschraubt wird.

Bevor man die Verröhrung hinabläßt, ist es wichtig, das Bohrloch zuerst genau zu untersuchen, festzustellen, ob dasselbe genau rund und senkrecht ist. Man erreicht dies am schnellsten und einfachsten, wenn man 4,57 bis 6,09 m der Röhrentour durch eine Gabel mit dem Rohrgestänge verbindet und ins Bohrloch hinabläßt. Gewöhnlich genügt es, wenn ein Nachschneider (Fig. 43) an einer oberen Verschraubung eingefügt wird; derselbe muß vier Stahlschneider und den Durchmesser des Meißels haben.

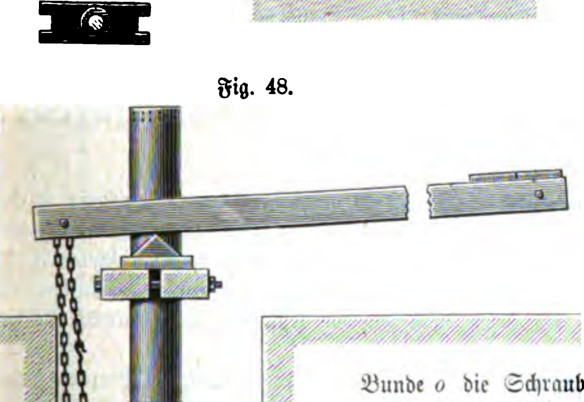
Wird unter der Verröhrung kein Erweiterungsbohrer angebracht, so kann das Einziehen durch sogenannte verlorene Röhrentouren (Fig. 44) stattfinden. Gewöhnlich bleiben die verlorenen Touren stehen oder können in milden Gebirgsschichten durch ein Ramminstrument (Fig. 45) tiefer getrieben werden. Die einzelnen Röhrenstücke werden mit Nieten ohne Köpfe vernietet.

Vor dem Einlassen der verlorenen Tour ist das Bohrloch gleichfalls genau zu sondiren. Von den verschiedenen Instrumenten, die zum Einlassen der verlorenen Touren dienen, soll hier das folgende gebräuchlichste und einfachste beschrieben werden (Fig. 46). Die Schraube ist in dem Mund-

stück *d* leicht drehbar, hat oben einen viereckigen Bund und trägt unten das Klemmstück *c*, welches gleichfalls leicht an der Schraubenachse drehbar ist. Das Schraubenstück *d* trägt mittelst zweier Charniere die beiden Schenkel *b b*, deren äußere Zähne *n n* in die viereckig ausgehauenen Löcher der Sicherheitsröhre eingreifen, die inneren Flächen der Schienen *b b* nähern sich nach oben, so daß, wenn das Klemmstück *c* zwischen denselben herausgeschoben wird, die Schenkel aus einander gedrückt werden und die Haken *n n* in die Röhren eingreifen. Soll nun die verlorene Tour eingelassen werden, so wird das Instrument, nachdem die Röhre ins Bohrloch eingehängt ist, in die Röhre eingeführt, die Schenkelhaken in die entsprechenden Löcher der Röhre gesteckt und mittelst eines Schlüssels am Bunde *o* die Schraube *a* nach links fest angezogen, wodurch das Klemmstück *c* gehoben wird und die Haken *n* fest in die Röhrenlöcher eingreifen. Sodann wird die Tour am Gestänge bis zur Sohle des Bohrloches eingelassen.

Fig. 46. Fig. 47.

Fig. 48.

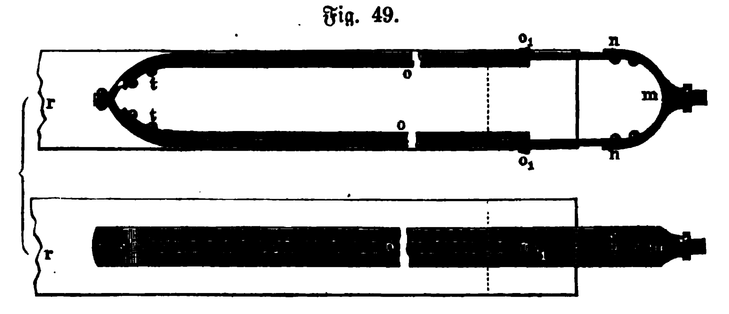


Ganze Röhrentouren, besonders verschraubte Röhren, werden nicht gerammt, sondern am zweckmäßigsten niedergedrückt. Dies geschieht entweder mit Senkschrauben (Fig. 47) oder durch zwei Druckbäume (Fig. 48). Der Stützpunkt sowohl der Senkschrauben als auch der Druck-

bäume muß im Bohrschacht fest verankert werden. Ist ein starker Druck erforderlich, so werden mehrere Bündel übereinander befestigt und auf das obere mit Schraube oder Hebel, wie aus der Fig. 47 und 48 (a. v. S.) ersichtlich, gedrückt. Die Manipulation ist ziemlich einfach, wenn alles genügend stark construirt ist und der Druck genau auf das Rohrmittel ausgeübt wird.

In der letzten Zeit findet zum Verrohren der Bohrlöcher mit verlorenen Röhrentouren das in Fig. 49 abgebildete Instrument vielfach Anwendung. Mit

Fig. 49.



diesem Instrument kann das verlorene Rohr beim Einlassen gehoben, gedreht, getrieben, ausgelassen und leicht wieder gefangen werden. Es besteht aus einem starken Bügel *m*, aus den Treibbacken *n* und den Fangfederhaken *o*, letztere sind mit deren unterem Ende bei *t* an den inneren Bügelflächen derart angenietet, daß die Fanghaken o_1 durch entsprechende Oeffnung der Bügelschenkel durchgreifen und ca. 6 mm hervorragen [1]).

Werkzeuge zum Zerschneiden von im Bohrloche festsitzenden Bohrtouren.

Wenn nach Beendigung der Bohrarbeit die Röhren wieder gewonnen werden sollen, so ist, falls das untere Ende der Verröhrung so fest sitzt, daß das Herausziehen ohne Zerreißen der Röhrentour unmöglich ist, ein Durchschneiden der Röhrentour unbedingt nothwendig. Es sind für diesen Zweck verschieden eingerichtete Instrumente vorhanden, hier soll das einfachste und zweckmäßigste hervorgehoben werden.

Die starken Ringstücke *a* und *b* (Fig. 50) werden durch die Bolzen *c c* verbunden. *d* verschiebt sich in einer entsprechenden Oeffnung des Ringstückes *b* durch Hebung des Keiles *l*, hierdurch wird das Schneidrad *g* gegen die Röhrenwand gedrückt; der Keilstift *s* trägt den Keil *l*. Das obere Ringstück *a* ist an der Innenseite mit einem Gasrohrgewinde für zweizöllige Röhren, der Keil *l* dagegen ist oben mit einem (12,7 bis 19,05 mm) Schraubengewinde für entsprechendes schwaches Gestänge von 9,525 bis 12,7 mm = Φ versehen. Dieses Gestänge wird beim Schneiden mit einer Mutter angezogen und gleichzeitig werden die Röhren gedreht, bis das Rohr durchschnitten ist.

[1]) Fauck: „Fortschritte in der Erdbohrtechnik.“ Arthur Felix, Leipzig 1885.

Das Herausziehen der Röhren und Röhrentouren geschieht am einfachsten in der Weise, daß man am oberen Ende ein Nietinstrument ins Rohr festkeilt und an diesem die Röhre hebt. Sitzt dieselbe an einer Stelle fest, so wird der untere Theil der Röhre erst abgeschnitten und dann wieder gezogen; wenn dies noch erfolglos, so wird ein starkes Gestänge zu Hülfe genommen. Dieses Gestänge, an dessen unterem Ende eine Schraube mit linkem Gewinde eingeschnitten ist, wird vorerst eingelassen. Ein in der Mitte stärkerer, die Röhre ausfüllender Holzcylinder (Fig. 51) wird an das untere runde Ende des Gestänges gesteckt und letzteres in die ins Holz eingelassene Mutterschraube *s* mit gleichem linken Gewinde eingeschraubt. Kommt man mit dem Holzcylinder bis an eine bestimmte Stelle *t* in die Röhre hinunter, so wird das Gestänge festgehängt und grober Sand und Kies ins Rohr geschüttet, dadurch beim Heben des Gestänges der conische Cylinder an die Röhre fest angeklemmt und auf diese Weise die Röhrentour ohne Beschädigung in die Höhe gehoben; gleichzeitig wird noch am oberen Rohrende gezogen. Als Hülfsmittel zum Aufheben und Herausziehen der Röhren werden am besten lange, starke Bäume verwendet, die als Hebel angelegt werden. Durch starke Ketten werden dieselben mit den Röhren oder dem Gestänge verbunden.

Fig. 52.

Fig. 50.

Fig. 51.

Das Herausziehen der Röhren kann auch mit dem Instrument (Fig. 52) geschehen, in dem Falle, wenn sie nicht zu fest sitzen. Die beiden Schenkel *a a* sind unten mit den Haken *b b*, oben aber mit dem Gestänge verbunden. Der Keil *d* ist am oberen Ende mit einer Rutschscheere versehen, die am Löffelseile in Thätigkeit gesetzt werden kann. Die Schenkel *a a* sind so lang, daß die Rutschscheere zwischen ihnen Platz findet. Die Backen entsprechen genau dem Röhrendurchmesser.

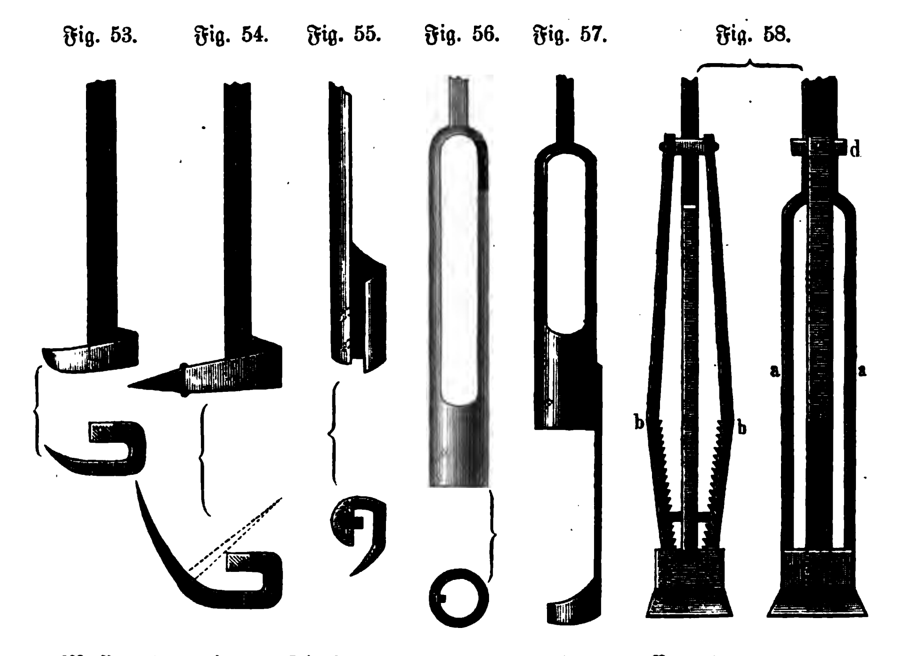
Nach dem Einlassen des Instrumentes in die zu hebende Röhre wird der Keil mittelst des Löffelkeiles und der Rutschscheere festgekeilt und gezogen. Falls die Röhre nicht geht, so kann der Keil auf dieselbe Weise losgeschlagen werden.

Von den Hülfswerkzeugen sind noch die Fangwerkzeuge zu erwähnen. — Der Glückshaken (Fig. 53, a. f. S.) ist das gebräuchlichste Fanginstrument bei vor-

kommenden Brüchen am Bohrzeuge und wird in verschiedener Form und Größe, je nach der Größe und dem Zustande des Bruchstückes im Bohrloche angefertigt. Bei Bohrlöchern größeren Durchmessers muß auch der Glückshaken entsprechend groß sein. Der gewöhnliche Glückshaken wird nur angewendet, wenn man damit unter eine Muffe oder irgend ein Verstärkungsstück der Rohrleitung fassen kann.

Der Glückshaken mit Charnier (Fig. 54) wird angewendet, wenn das Bruchstück in eine Aushöhlung des Bohrloches fällt.

Der Glückshaken mit Fangfeder (Fig. 55) wird bei einem Gestänge- oder Meißelbruch angewendet, wenn sich dem Fanginstrument kein Verstärkungsstück



(Muffe ꝛc.) darbietet. Die Fangfeder besteht aus einer am Charnier beweglichen Stahlklappe, die durch eine Feder aus ihrer Vertiefung heraus an das zu fangende Stück angedrückt wird; Klappe und Feder sind ganz im Gestängetheil des Glückshakens versenkt. Das Fangen geschieht in der gleichen Weise, wie mit dem gewöhnlichen Glückshaken. Beim Aufholen drückt die Feder die scharfe Stahlklappe gegen das Bruchstück und der scharfe obere Rand der Klappe schneidet sich fest ins Gestänge ein und gestattet das Aufziehen des ganzen Werkzeuges.

Die Fangbüchse (Fig. 56) wird nur bei Stangenbrüchen, die keinen Bund zum Fangen darbieten, angewendet. Sie besteht aus einem Ringe, der durch zwei oben vereinigte Schenkel mit dem Bohrgestänge in Verbindung steht; in dem Ringe sind ein bis drei Fangklappen aus Stahl, die ganz in die Wand des Ringes versenkt sind. Die Fangklappen wirken ganz ähnlich wie der Glückshaken mit Fangfeder, die Fangbüchse ist aber als Fanginstrument stärker, da deren Ring ganz geschlossen ist.

Die Fangbüchse mit Glückshaken (Fig. 57) wird angewendet, wenn das Bruchstück an der Seite des Bohrloches liegt und die Fangbüchse nicht hinübergebracht werden kann.

Die Fallfangscheere (Fig. 58) wird für größere Bohrlöcher gebraucht und so wie die Fangbüchse angewendet; *i* ist der Fangring, *a a* sind zwei Schenkel, *b b* Fangkeile, *d* ist ein verschiebbarer Ring. Der Fangring *i* ist behufs Einführung des Bruchstückes in die Fallfangscheere mit einem Glückshaken versehen.

Fig. 59. Fig. 61. Fig. 62.

Fig. 60.

Die Schraubenfangglocke (Fig. 59) wird angewendet, um einzelne Bohrstangen eines festgeklemmten Werkzeuges nach einander zu heben.

Der Löffelhaken wird zum Aufgreifen von Löffeln, die beim Reißen der Löffelseile ins Bohrloch fallen, und zwar nur dann angewendet, wenn das Reißen unmittelbar über dem Löffel
unmittelbar über dem Löffel
geschehen ist. Ist das Seil nicht abgerissen, so wird zum Fangen desselben der sogenannte Krätzer (Fig. 61) verwendet. Zum Fassen stärkerer Seile, zumal wenn der Löffel, oder beim Seilbohren der Bohrer festgeklemmt ist, wird der Seilfänger (Fig. 62) dem Krätzer vorgezogen, da derselbe das Seil fester greift und nicht losläßt, *a* ist der Glückshaken und *b* der Fangkeil [1]).

Bohrthürme (Derricks) und deren Einrichtung.

Ist der Platz für ein Bohrloch bestimmt, so wird zunächst zur Aufstellung des Bohrthurmes (derrick) geschritten. Letzterer besteht aus dem eigentlichen Thurme und einem kleinen Häuschen für die Maschine. Besitzer des Derricks

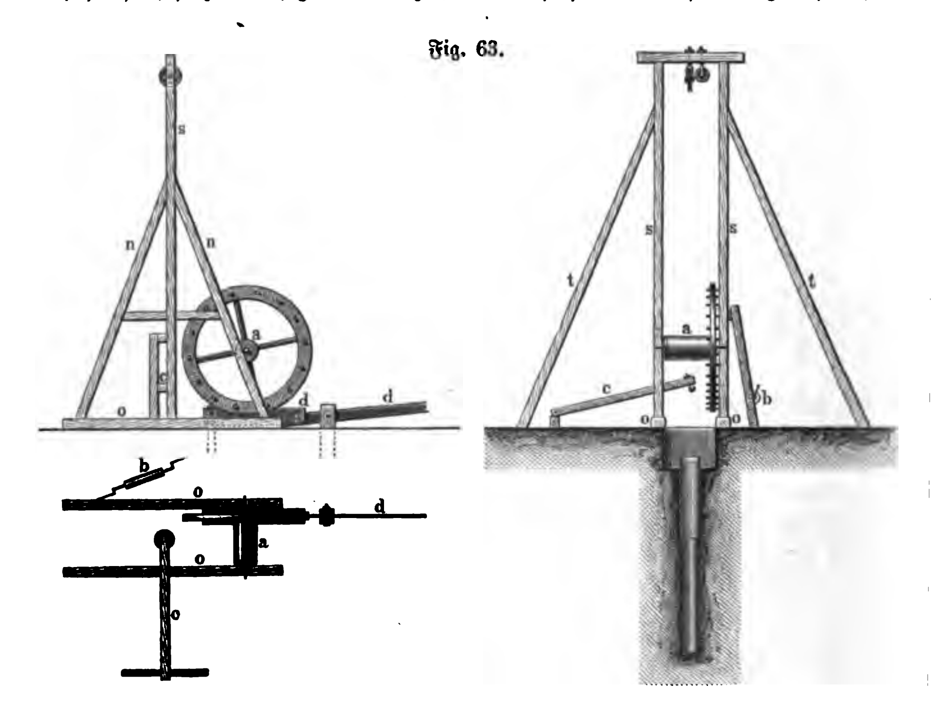
[1]) Zur Dichtung der Brunnenverrohrungen an die Bohrlochwände werden Kautschukliderungen verwendet, wobei das Gewicht der Verrohrung auf den Liderungskörper drückt und diese damit auf die Lochwand anpreßt.

Von R. W. Weeke, Texas, sei ein eigenthümlicher Bohrkopf erwähnt, sowie ein Fanggeräth mit federnden Stahlspitzen und ein Nachnehmer mit Federvorrichtung. Siehe Gad: „Neuerungen in der Tiefbohrtechnik.“ Dingl. polyt. Journ. 281, 56.

ist in Amerika stets der Brunnenbesitzer, der zugleich Eigenthümer der Maschine und des Kessels ist, während die eigentlichen Bohrgeräthe dem Unternehmer gehören.

Man unterscheidet, wenn auch nicht strenge genommen, Bohrthürme für Hand- und für Dampfbetrieb. Die ersteren, besonders bei Bohranlagen für geringe Tiefen (100 bis 200 m) in Anwendung, bestehen gewöhnlich aus einem Triangel, wenn die Arbeit im Freien geschehen soll; wird aber Tag und Nacht gearbeitet, dann werden zum Schutze der Arbeiter, gegen Wind und Regen, die Bohrthürme mit Bretterwänden verschalt. Dann eignet sich auch die Form des Triangels nicht für diesen Fall und ist eine Anlage, wie sie aus Fig. 63 ersichtlich, sehr zweckmäßig. — Die Höhe des Bohrthurmes macht man gewöhnlich

Fig. 63.



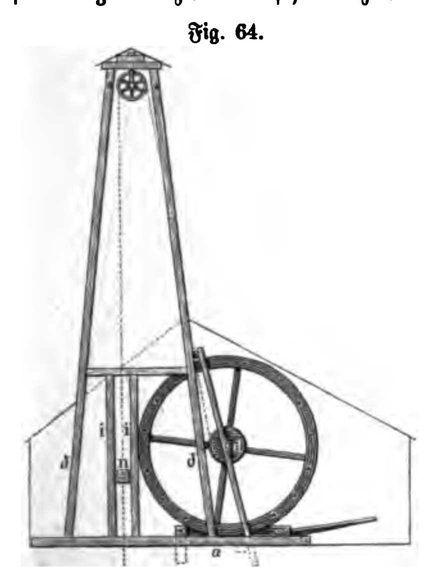
dem vorhandenen Bohrgestänge entsprechend, z. B. bei 5 m Gestängelänge wird der Bohrthurm bis zu 8 m Höhe gebaut, bei 10 m Gestängelänge muß derselbe eine Höhe von 13 m erreichen.

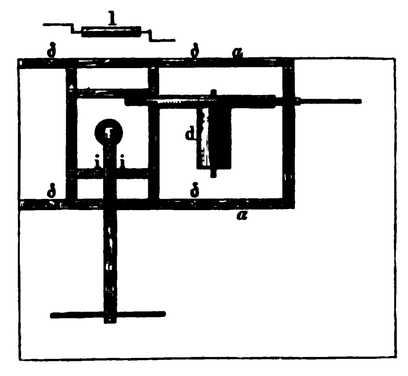
Die beiden Säulen *ss* (Fig. 63) werden durch die vier Streben *nn* gestützt; oben sind diese Säulen durch eine starke Kappe verbunden, an der die beiden Seilscheiben angebracht werden. Die Seitenstreben *tt* dienen zur Befestigung der Lager des Aufzugsrades. Säule *s* ist ein Stützpunkt für den Schwengel *c*. Auf den Grundschwellen *oo* stehen die Bohrthurmsäulen und die Schlag- und Förderorrichtung, sowie die Seiltrommel. Die Löffelwelle *b* ist außerhalb der Säulen angebracht; *d* ist eine Bremse, welche zum Einlassen des Werkzeuges dient.

Wird der Bohrthurm bis zur Spitze mit Bretterwänden verschalt, dann bedient man sich eines solchen mit vier statt mit zwei Säulen (Fig. 64). *a a* sind zwei Schwellen, *δ δ δ δ* die auf diesen sich erhebenden vier Säulen (je zwei oben durch Kappen verbunden), *i i* sind zwei Stützen des Schwengels *n* und stehen auf dem Rahmen des Bohrschachtes; *l* ist die Löffelwelle, *d* die Aufzugstrommel.

Diese Einrichtung genügt schon für größere Tiefen und ist eine Doppelförderung mit zwei Seilscheiben zum Einlassen und Aufholen des Gestänges sehr zweckmäßig. Man kann sehr leicht diesen, eigentlich für Handbetrieb eingerichteten Thurm, auch für Dampfbetrieb anwenden, da außer den maschinellen Einrichtungen kein wesentlicher Unterschied zwischen diesem und einem Thurm für Dampfbetrieb besteht.

Fig. 64.





Bohrthürme für Dampfbohrung.

Die einfachste und billigste Bohranlage mit Dampfbetrieb läßt sich bei der Seilbohrung in Anwendung bringen (Fig. 65, a. f. S.), da hier jede Art von Dampfmaschinen angebracht werden kann. Die Uebertragung geschieht mittelst Riemen, bei stärkeren Maschinen kann eine directe Kraftübertragung stattfinden. Die Stärke der Maschine schwankt zwischen vier bis sechs Pferdekräften.

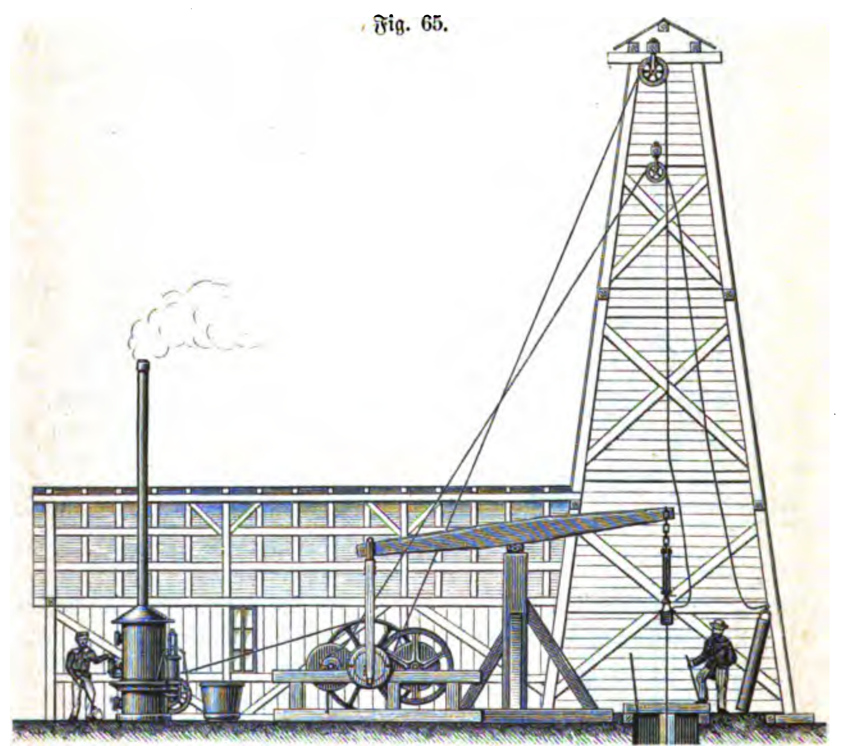
Die Bohrtransmission zum Bohren, Löffeln und Fördern ist auf einem festen Holzgestänge montirt. Für den Betrieb sind zwei Mann genügend.

Für Gestängebohrung und Freifallscheere hat sich am zweckmäßigsten die in Fig. 66 (a. S. 53) angegebene Bohranlage erwiesen, wobei die Prellvorrichtung sowohl für selbstthätige als gewöhnliche Freifallscheere und die Anwendung eines Bohrcylinders und Fördermaschine sehr zu empfehlen sind. Der Bohrthurm ist wie oben beschrieben construirt, bis an die Spitze verschalt und wird besonders hoch angelegt. Der Bohrcylinder ist selbstthätig und kann man ihm eine beliebige Geschwindigkeit und Hubhöhe ertheilen.

Die Zwillingsfördermaschine *b*, mit einem Vorgelege in Verbindung stehend, zieht auf einmal 10 bis 20 m Gestänge auf; dieselben werden oben im Bohr-

thurme in einem Rechen *n* aufgehängt. Beim Niedergehen des Kolbens holt das zweite Förderseil eine weitere Stangentour auf, so daß die Maschine nie leer geht und das Aufholen von 300 m nie länger als 30 Minuten zu dauern hat. *t* ist der Dampfkessel, *s* das Zahnrad, *c* die Löffelwelle, *d* die Bobine, zum Aufnehmen der Randseile dienend, mit einer starken Bremse *e* versehen. Der Schwengel *f* ruht mit seiner Achse in zwei Rolllagern, welche durch zwei Schrauben *h* festgehalten werden. Nach Lösung der Schrauben kann der Bohrschwengel *f*, mit einem Ende auf dem Prellbock *g* liegend, leicht zurückgeschoben

Fig. 65.



werden, so daß das Bohrloch zum Löffeln und Gestängeziehen frei wird; *u* ist als Gegengewicht zur Regulirung des Gestängegewichtes angebracht. Die Dampfsteuerung muß derart regulirt werden können, daß der Schwengel leicht auf den Prellstock aufschlägt. Im Momente des Aufschlagens wird durch eine leichte Drehung des Krückels das Schlaggewicht sammt Meißel zum Abfall gebracht.

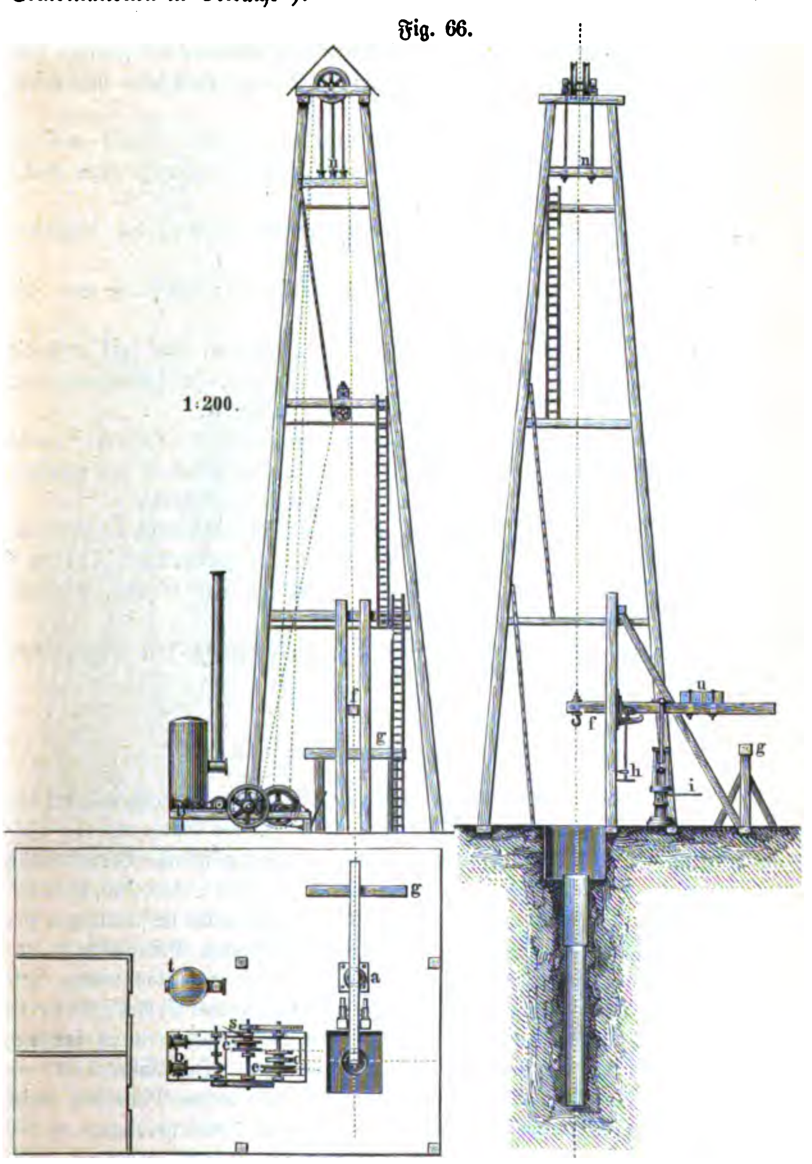
Werkzeuge anderer Bohrsysteme, die hier keinen Raum zur Aufnahme fanden, sind zu ersehen in Fauck's „Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers“, sowie „Die Fortschritte in der Erdbohrtechnik“ [1]).

Anlage. Bei jeder Anlage ist es von principieller Wichtigkeit, die Methode

[1]) Sowie Th. Tecklenburg: „Handbuch der Tiefbohrkunde.“ Baumgärtner's Verlag, Leipzig.

festzustellen, die zur Erreichung der günstigsten Resultate Anwendung zu finden hat. Wenn man die billigste Arbeit in Betracht ziehen will und in ganz unregelmäßigen wechselnden Gebirgsverhältnissen zu bohren hat, so kommen folgende Combinationen in Betracht [1]):

Fig. 66.



[1]) Fauck: „Die Unzukömmlichkeit mancher Bohrmethoden." Chemiker- und Technikerzeitung 1890, Nr. 4.

a) Für ausschließlich große Durchmesser von 400 bis 800 mm: Krahn mit Prellung; selbstthätiger Freifallbohrer.

b) Für ausschließlich große Durchmesser von 200 bis 400 mm: Freifallbohrer.

c) Große und kleine Durchmesser und vorliegende, theilweise sehr harte oder sehr weiche Schichten: combinirter Bohrkasten mit Prellung für Freifall und Umstellung, ohne Prellung für Rutschscheere; Förderung gleichfalls umstellbar für Vorgelege, canadische und Seilförderung.

d) Für sehr schwierige Gebirgsverhältnisse von großem Druck auf die Röhrenwand, bei Versandung der Röhren ist die Wasserspülung ohne Holzgestänge die vollkommenste Bohrmethode.

In Anwendung sind heute in den verschiedenen Ländern die folgenden Methoden:

In Amerika: Die amerikanische Seilbohrung in Pennsylvanien und die canadische in Canada.

In Rußland, wo fast alle Methoden erprobt wurden, sind jetzt noch die folgenden in Anwendung: Die gewöhnliche Drehbohrung, Freifallbohrung mit Fabian'scher Scheere, Wasserspülmethode mit Freifallscheere.

In Galizien: Freifallbohrung mit selbstthätigem Abfall (System Fauck) mit oder ohne Wasserspülung, die canadische Methode, Freifallbohrer mit gewöhnlicher Fabian'scher Scheere, Wasserspülmethode mit Freifallscheere.

In Deutschland: Die gewöhnliche Drehbohrung (in Hannover), die amerikanische Seilbohrung (in Oelheim), die Freifallbohrung mit gewöhnlicher Fabian'scher Scheere (Oelheim), canadisches System (Oelheim und Elsaß), Freifallbohrung mit Wasserspülung (Elsaß).

In Rumänien: Canadische Methode, Freifallbohrung mit gewöhnlicher Fabian'scher Scheere und die Seilbohrung.

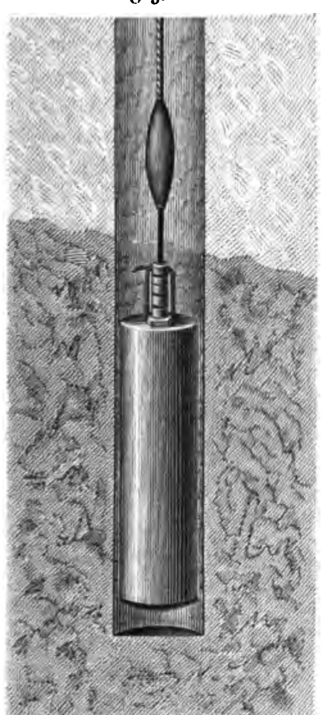
Torpediren von Rohölbrunnen.

Die Ergiebigkeit der Rohölbrunnen ist eine beschränkte. Gleich wie bei den springenden Brunnen (flowing wells) mit der Abnahme des Gasdruckes die Oelmengen versiegen, werden auch Brunnen mit Pumpförderung unthätig. Veranlassung hierzu sind, neben möglicherweise vollständigem Erschöpfen des Oelgebietes, Ursachen mechanischer Natur. Bei großen Tiefen in weichem Erdreiche verschlammen sich die Bohrlöcher, werden durch den hohen Druck der umgebenden Gesteinsschicht eingedrückt, oder durch Wasser ersäuft. Im Oelsandgebiete Amerikas traten diese Uebelstände wiederholt und in großer Menge auf. Dem Colonel E. A. L. Roberts gelang es, durch Anwendung von Sprengstoffen die Ergiebigkeit zu erhöhen, ja vollständig versiegte Quellen zum Fließen zu bringen. Im Jahre 1862 — in amerikanischen Diensten stehend — trug er sich zum ersten Male mit dieser Idee, die im Anfang wenig Beifall fand. Im Jahre 1866 überredete er den Capitän Wills, im „Ladie's well" bei Titusville zu experimentiren. Die Versuche führten zu glänzenden Resultaten. Der nächste Brunnen „Woodin well", der vollständig leer war, ergab nach der ersten Torpedirung eine Tages-

production von 20 Barrels per Tag, der zweite 80 Barrels. Diese Erfolge bestätigten den Werth des Torpedirens [1]).

Roberts ließ sich sein Verfahren patentiren, als Material zum Torpediren benützte er Nitroglycerin, während in der letzten Zeit auch Roburit mit Erfolg angewendet wird. Das Roberts'sche Verfahren besteht in Folgendem (Fig. 67). Wenn ein Brunnen zum Torpediren vorbereitet werden soll, werden hierzu Hülsen mit Abtheilungen von 3,3 m Länge und 127 mm Durchmesser verwendet. Diese Abtheilungen sind im unteren Theile conisch, so daß eine in die andere hineinpaßt. Beim Einlassen der Patrone wird eine Abtheilung nach der anderen vorsichtig mit Nitroglycerin gefüllt und nach einander herabgelassen.

Fig. 67.



Das Anzünden der Torpedos geschieht entweder durch Stoß oder durch elektrische Funken. Wenn durch Stoß, so wird ein Gußeisenstück von ca. 10 kg Gewicht, welches bequem ins Bohrloch paßt, hinuntergelassen, so daß es auf die oberste Hülsenabtheilung fällt und diese zur Explosion bringt.

Der Werth der Torpedirung ist in vielen Fällen fraglos. Zahlreiche Fälle sprechen für sie, doch läßt sich die Verwendung nicht verallgemeinern; dies zeigen Mißerfolge, wo die Ergiebigkeit eines Brunnens auf Kosten anderer gesteigert wurde. Die Torpedirung ist eben eine zerstörende Methode, die rasche Resultate aufweisen kann, begleitet oft von großen Verlusten. Neben der Erhöhung der Ergiebigkeit leisten Torpedos kleineren Kalibers gute Dienste bei der Beseitigung von Bruchstücken des Bohrapparates (Meißel rc., die mit Fanginstrumenten nicht herauszubekommen sind).

Springquellen (flowing wells).

Die phänomenalen Erscheinungen der Springquellen (flowing wells) sind kein Product der Neuzeit. Schon in früheren Jahrhunderten — wenn auch nicht in dem Maßstabe — wußte man von der Existenz derselben. So berichtet vor 500 Jahren Marco Polo über solche Brunnen im Kaukasus, und sind auch Andeutungen vorhanden, daß fast in allen ölführenden Gegenden mehr oder weniger selbstthätige Oelquellen vorhanden waren.

---

[1]) Henry's Early and Later History of Petroleum, p. 257.

Während frühere wissenschaftliche Beobachtungen die Erscheinung der Naphtafontainen — gleichwie die der Wasserfontainen — durch das Gesetz der communicirenden Röhren zu erklären suchten, ergaben die neueren exacten Forschungen von Goulischambaroff[1]) und Höfer[2]), daß die Oelfontainen nur der Mitwirkung von Naphtagasen, die sich in gespanntem Zustande in den Erdspalten befinden, ihre Entstehung verdanken und nur so lange in Thätigkeit sind, als der Druck, den diese Gase auf die mit ihnen in Verbindung stehenden Oelschichten ausüben, dem Atmosphärendruck gleich wird. Dann hört das Sprudeln auf und beginnt erst, bis eine erneute Gasbildung, aus den leichtesten und flüchtigsten Kohlenwasserstoffen des Petroleums bestehend, die Fontaine wieder in Thätigkeit setzt. Je nach der größeren oder kleineren Menge der vorhandenen oder sich bildenden Gase ist auch die Erscheinung der Fontaine eine verschiedene. Auch die periodisch wirkenden Gasfontainen lassen sich aus den jeweilig sich bildenden Gasen erklären.

Diese Art von „flowing wells" kam in Amerika sehr häufig vor; die bekannteste der in regelmäßigen Intervallen wirkenden Fontainen war der „Lady Hunter well", vier Kilometer von Petrole City (untere Oelregion in Pennsylvanien). Diese Fontaine wirkte alle halben Stunden. Bevor sie in Thätigkeit kam, war ein Getöse vernehmbar, dann sprudelten große Gasblasen auf und endlich stieg auf einmal mit großer Heftigkeit ein Oelstrahl empor, in der ersten Zeit bis zur Höhe von 30 m. Nach kurzer Zeit kam die Fontaine wieder zur Ruhe, um alsbald das Spiel zu wiederholen. In den ersten Tagen gab dieser Brunnen 3000 Barrels täglich[3]).

Bis in die jüngste Zeit ist der Kaukasus der Schauplatz mächtiger Springquellen von unglaublicher Höhe und Ergiebigkeit. So ist im Jahre 1873[4]) eine der „Khalif-Compagnie" gehörige Quelle erschlossen worden, die 12 m hoch sprang, und waren alle Mittel vergeblich, den Austritt des Oeles einhalten zu können, so daß große Massen verloren gingen. Von besonderem Interesse waren die im Jahre 1883 erschlossenen drei gewaltigen Springquellen von Lianozoff, die „Druzba"-Quelle einer amerikanischen Gesellschaft, und die durch Gebrüder Nobel erbohrte Springquelle Nr. 9. Die Lianozoff'sche Quelle warf etwa eine Viertelstunde lang trockenen Sand bis zu einer Höhe von 120 m aus, worauf Naphta kam und zugleich mit solchen Gasmassen, daß die ganze Umgegend von Balachani verpestet wurde. Die Oelsäule war etwa 60 m hoch. Einen noch höheren Strahl gab drei Monate später die Druzbaquelle, deren tägliche Leistung bis 80 000 Metercentner betrug, das Oel sprang zeitweise 90 m hoch. Da man für diese enormen Quantitäten keine genügende Anzahl von Behältern schaffen konnte, lief fast das gesammte Product nutzlos ab und vernichtete die ganze Gegend, so daß die Gesellschaft durch den zu leistenden Schaden zu Grunde ging. In der Nähe dieser Quelle wurde von den Gebr. Nobel eine Oelspringquelle, mit 1 120 000 Metercentner Ausbeute

---

[1]) Goulischambaroff: „Ueber die Naphtafontainen." — [2]) Höfer: „Das Erdöl und seine Verwandten." — [3]) Höfer: „Petroleumindustrie in Nordamerika." — [4]) C. Engler: „Das Erdöl von Baku."

innerhalb vier Wochen, erbohrt. Da sie viel vorsichtiger waren und einen sicheren Verschluß anwandten, erlitten sie fast keinen Verlust. Nobel construirte, um den mächtigen Brunnen sperren zu können, ein Ventil mit einer Kappe (Kolpak), das auf das Bohrloch aufgesetzt wurde, um von Zeit zu Zeit geöffnet zu werden. In Fig. 68 (a. f. S.) sehen wir eine photographische Aufnahme des Brunnens Nr. 25 der Gebrüder Nobel, der eine Höhe von 30 m erreichte. Im Jahre 1886 wurde von Tagjeff und Sarkisoff unweit Baku, bei Bibi-Eybat, eine Springquelle erbohrt, die in 30 cm dickem Strahl mit solcher Gewalt das Oel in die Höhe warf, daß ein über dem Golf, in einer Entfernung von 8 km gelegenes Haus bei starkem Winde von Petroleum bespritzt wurde. Bohrmaschinen, Fabrik, eine Kirche und die naheliegenden Gebäude der kaiserl. Rhede waren mit Erdöl übergossen, mit Sand und Schlamm bedeckt [1]).

Bohrkosten.

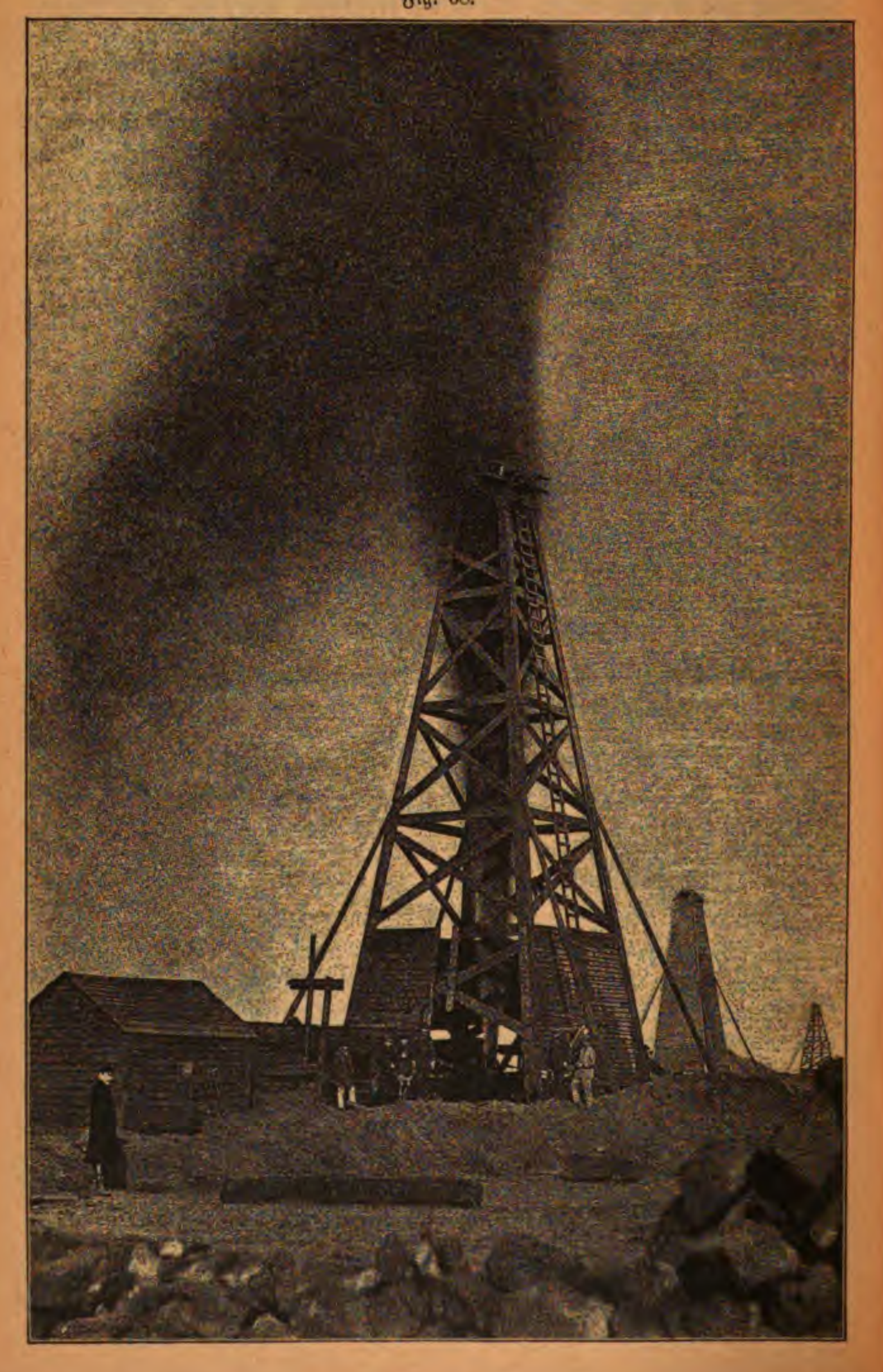
Die Kosten einer Bohrung im Allgemeinen lassen sich niemals mit vollständiger Genauigkeit feststellen. Sie variiren nicht allein mit dem System, das zur Verwendung gelangt, auch die geologische Formation, Arbeiterverhältnisse ꝛc. spielen hier eine ganz wesentliche Rolle. Für gewisse Districte, wo vorhergegangene Bohrungen der Erdschichten ꝛc. annähernde Zahlen ergeben haben, lassen sich solche Berechnungen schon approximativ feststellen. So seien die folgenden Ziffern über eine Bohrung im Bradforddistricte „Mc Kean-County“ angeführt [2]):

Bohrthurm, Zimmermannsarbeit	350	Dollars
Dampfkessel, Dampfmaschine	750	„
Fittings	100	„
Bohrkosten (wobei der Bohrunternehmer Kohle, Seil, Werkzeuge, Sand ꝛc. zu liefern hat), à 65 Cents per Fuß, für 1500 Fuß	975	„
Verrohrung ꝛc.	560	„
Eventuelles Torpediren	100	„
1 Stück 150 Barrels-Reservoir	110	„
Diverse Auslagen für Fässer, Arbeiterhaus ꝛc.	161	„
	3106	Dollars

Diese Zahlen gelten für einen „flowing well“; muß aber das Oel gepumpt werden, so sind für ein Pumpwerk 175 Dollars mehr anzunehmen. In neuester Zeit haben große Gesellschaften, wie die „Producers Assoc.“ und die „Oil well Drillers Union“ ꝛc., die das Bohren gewerbsmäßig betreiben, die Kosten, per $^1/_3$ m circa, für die einzelnen Oeldistricte der Vereinigten Staaten Nordamerikas in folgender Weise normirt, für den Alleghany- und New Yorkdistrict 2 Mk. 50 Pfg.; für Pennsylvanien zwischen 2 Mk. 10 Pfg. und 2 Mk. 30 Pfg.; im Washington-, Emlenton- ꝛc. District von 5 bis 8 Mk. Für den Gebrauch der Bohrmaschinen 40 bis 50 Pfg. Befinden sich fünf und

[1]) C. Engler, Dingl. polyt. Journ. 262, 379. — [2]) 1 Dollar = 100 Cent = 4 Mk. 19 Pfg.; 1 Fuß engl. = 0,30479 m.

Fig. 68.



mehr Brunnen in unmittelbarer Nachbarschaft, dann wird ein Nachlaß von circa 20 Pfg. von den obigen Einheitspreisen gewährt.

Für einen russischen Oelbrunnen sind nach Mittheilungen des Consularagenten Chambers[1]) die Bohrkosten die folgenden. Die Einheitspreise hier sind nach Angaben von Tagjeff für einen ergiebigen Brunnen von 875 Fuß:

die Kosten für 1 Fuß à 30 Rubel (16 Dollars)	14 000	Dollars
Dampfmaschine, Kessel, Derrick rc.	4 770	"
Total	18 770	Dollars
Regiespesen pro Monat	212	Dollars
Nehmen wir die Tagesleistung mit 380 Barrels in 300 Arbeitstagen = 114 000 Barrels per Jahr, so beträgt bei dreijähriger Durchschnittsergiebigkeit des Brunnens die Gestehung pro Barrel bei 1/3 Amortisation des Capitals	6 225	Dollars
die Arbeitsleistung	2 544	"
10 Proc. Verzinsung des Capitals	1 877	" .
	10 646	Dollars

mithin wäre 9½ Cents (39,8 Pfg.) Gestehung per Barrel.

Sammlung des Rohöles.

Vor Beginn der Bohrarbeit muß sofort mit der Herstellung von Sammelbehältern angefangen werden, die sich in der unmittelbaren Nähe des Bohrthurmes befinden sollen. Im Kaukasus geschah dies bis auf die letzten Jahre nur in den allerseltensten Fällen. An vielen Orten werden noch heute zur Aufsammulung des frei ausfließenden Oeles die Bohrlöcher in einiger Entfernung mit Erdwällen umgeben und die Erde mit Gräben durchzogen, in welchen sich die Naphta ansammelt, um in eine Vertiefung zu laufen. Wenn das Oel durch Pumpen nicht rasch genug in Behälter gebracht werden kann, bildet sich alsbald ein Naphtasee[2]). Diese Naphtaseen dienten früher auch statt der Reservoirs zur Aufbewahrung des Rohöles und von hier führte man das Oel in Fässern auf Kameelen oder zweirädrigen Karren (Arben) in die Raffinerien.

In den letzten Jahren aber wurden, besonders in der Balakhanigegend, mächtige Behälter mit einem Fassungsraum von über 40 000 m-Ctr. aufgestellt, die mit Pumpen direct aus den Naphtaseen oder auch aus den Brunnen gefüllt werden. Diese Reservoirs haben eine cylindrische Form, sind aus Eisenblech zusammengenietet, frei auf der Erde ohne Fundament aufgestellt und mit einem flachen, kegelförmigen Blechdach versehen. In Anbetracht der gewaltigen Massen, die ein solcher Behälter aufzunehmen hat, ist seine Bauart eine sehr leichte: Die unteren Wandbleche haben eine Stärke von nur 9 mm und verjüngen sich noch weiter oben, so daß die obersten nur 4,5 mm dick sind; weder innen noch außen sind Streben oder Gerüste angebracht. Die Naphta, die darin einige Zeit zum

[1]) Oil, Paint and Drug-Reporter 1890, 38, 2. — [2]) Engler: „Das Erdöl von Baku.“

Absetzen von Schlamm, Sand und Wasser stehen bleibt, wird sodann durch die Pipe lines in die Raffinerien geleitet.

In Amerika wird das Oel vom Mundloche des Brunnens, aus Canälen, die von Holz oder Thon gemacht werden, in die Behälter gepumpt; dies sind entweder Holzbottiche mit einem Fassungsraume von ca. 250 bis 600 Barrels oder auch Eisenreservoirs mit ca. 2500 Barrels Oel Fassungsraum.

In Galizien [1]) wird das Rohöl von den Gruben direct zu den Raffinerien durch Fuhrwerk geschafft; in der letzten Zeit werden jedoch auch hier größere Reservoirs in der Nähe der Brunnen aufgestellt, von denen das Rohöl mit Wagen oder auch mit der Bahn zu den Raffinerien geführt wird. Die jüngsten Bohrunternehmungen im westlichen Galizien sind in dieser Richtung ganz den modernen Erfahrungen entsprechend eingerichtet, besitzen (nach Privatmittheilungen) sogar kleine pipe lines für den Rohöltransport bis an die nächst gelegenen Bahnstationen.

In Deutschland wird das Rohöl am Gewinnungsorte in kleinere Reservoirs geleitet, hier absetzen gelassen und dann meistens in die, in unmittelbarer Nähe sich befindenden Raffinerien geschafft.

Transport des Rohöles.

Einen der wichtigsten Factoren der Entwickelung der Mineralölindustrie bilden die Transportverhältnisse; diese sind es nahezu allein, die für den Preis des Oeles und die Prosperität dieser Industrie ausschlaggebend sind. — Dies zeigen die Gegenden von Galizien, Rumänien und theilweise auch Deutschland am auffälligsten. Diese Länder, die große natürliche Rohölvorräthe besitzen, aber mit dem Uebel der schwierigen, ganz ungenügenden Transportverhältnisse zu kämpfen haben, sind fast außer Stande, für ihr ganz gutes Product im eigenen Lande einen passenden Markt zu finden und das Eindrängen der fremden, mit besseren Transportmitteln versehenen Producte zu verhindern.

Die Amerikaner waren die ersten, die die Transportfrage des Oeles als entscheidend zur Erringung des Weltmarktes zu betrachten verstanden haben. Sie schufen musterhafte und staunenswerthe Vorrichtungen in dieser Richtung, dank welchen sie ihr Ziel erreichten und bis in die neueste Zeit keine bedeutende Concurrenz für ihre Producte vorfanden.

Primitive Methoden.

In Amerika wurde in der ersten Zeit das Rohöl in Glaskrügen transportirt [2]), ihre Zerbrechlichkeit und der hohe Preis jedoch führten alsbald zur Verwendung von Holzfässern als Transportmittel, die aus Eichenholz mit einem Inhalte von 40 bis 42 Gallonen hergestellt und mit eisernen Reifen zusammengehalten wurden. Um das Durchsickern des Oeles zu verhüten, wurden die Fässer in

[1]) Strippelmann: „Die Petroleumindustrie Oesterreichs und Deutschlands.“ — [2]) S. F. Peckham: „Report on the Production, Technology and uses of Petroleum and its Products.“

folgender Weise dicht gemacht: man setzte sie etwa zwei Stunden der erhitzten Luft aus, um die Poren des Holzes zu öffnen, dann wurde heißer Leim eingegossen und durch Schwenken gleichmäßig vertheilt, hierauf durch das Spundloch gespannte Luft eingepreßt, so daß der Leim in jede Fuge, Spalt und dergleichen eindringen mußte. Trotz alledem hatte diese Transportweise große Schwierigkeiten im Gefolge; besonders wenn im Rohöl Wasser war, löste dieses den Leim auf, die Fässer wurden undicht und das Transportiren war mit Verlusten verbunden. Um diesen Uebelstand zu vermeiden und um mit dem Rohöl besser manipuliren zu können, wurden im Jahre 1866 Wagen mit kleinen Reservoirs (tanks) zum Oeltransport eingeführt. Die ersten bestanden aus flachen Wagen, auf welchen zwei hölzerne Tanks aufgestellt waren, die die Form eines Fasses von 9000 bis 18000 Liter Inhalt hatten. Im Jahre 1871 wurden diese Holztankwagen durch Wagen ersetzt, die eiserne, liegende Cylinder als Behälter trugen, eine Form, die bis heute zum Transporte von Rohölen, Petroleum und allen anderen Mineralölproducten ausnahmslos in Anwendung steht, ihre Capacität variirt, nach den Eisenbahnvorschriften, zwischen 6000 bis 15000 Liter. Sie sind viel sicherer und stärker als die Holztanks und die Eisenbahngesellschaften stellen sie in manchen Ländern den Producenten gern zur Verfügung.

In Indien geschieht an vielen Orten der Oeltransport durch Kameele, die am Rücken je zwei Eisenreservoirs tragen, in die das Oel gefüllt wird; ganze Heerden werden so beladen und der Transport noch heute in dieser primitiven Form durchgeführt [1]).

Die Pipe lines.

Für den amerikanischen Unternehmungsgeist charakteristisch sind die Pipe lines, eine Einrichtung, die im Petroleumhandel eine mächtige Umwälzung veranlaßte.

Nach verschiedenen mißlungenen Versuchen, die nach den Angaben von C. L. Wheeler [2]) in Westvirginien schon im Jahre 1860 durch J. D. Karns in Parkersburg und einen gewissen Hutchinson in unglücklicher Form ausgeführt wurden, wurde die erste erfolgreiche Leitung von Samuel van Syckle in Titusville im Jahre 1865 zwischen Pithole und Millors Farme, einer Strecke von vier Meilen, angelegt. Am Ende des Jahres 1865 begann Henry Harley mit der Construction einer Pipe lines-Leitung von Beninghoff bis an das Gut von Schaffer, welche er im folgenden Frühling ganz beendigte. Diese zwei Leitungen bildeten für deren Besitzer eine sehr gute Einnahmequelle und vereinigten sich letztere alsbald, um die „Alleghany Transportation Company" zu bilden. Dieser erste große Erfolg der Pipe lines verursachte unter den Frächtern des Rohöles großen Aufruhr, ihre Leidenschaft riß die Bevölkerung mit sich. Harley wurde von der rohen Menge überfallen, die die oil-tanks in Flammen setzte und schon im Begriffe war, die Pipe lines zu zerstören, wie sie es bereits mit einigen der Dampfmaschinen gemacht hatte, doch wurde die Menge bald durch

[1]) „Tolledo commercial." — [2]) Peckham: „Report on the Production, Technology and uses of Petroleum and its Products."

die Polizeibehörde zur Ruhe verwiesen, viele der Aufrührer arretirt und die Ordnung mit großer Mühe erhalten [1]).

Gegenwärtig bilden die Pipe lines nicht bloß in der Oelregion ein kolossales Netzwerk, sondern auch Rohrleitungen (trunk lines), die sich von den Oelgegenden nach Pittsburg, Cleveland, Buffalo, New York und Williamsport erstrecken (Fig. 69). Auf eine riesige Fläche und unter einem sehr hohen Drucke werden durch diese Rohrleitungen täglich bis an diese Städte Tausende von Barrels gepumpt. Die Rohre, die in den Dimensionen von 50 bis 152 mm erzeugt werden, sind geschweißt und werden nach Art der Gasrohre durch Muffen mit einander verbunden, vor der Verwendung werden sie bis auf einen Druck von 140,6 kg auf einen Quadratcentimeter geprüft [2]).

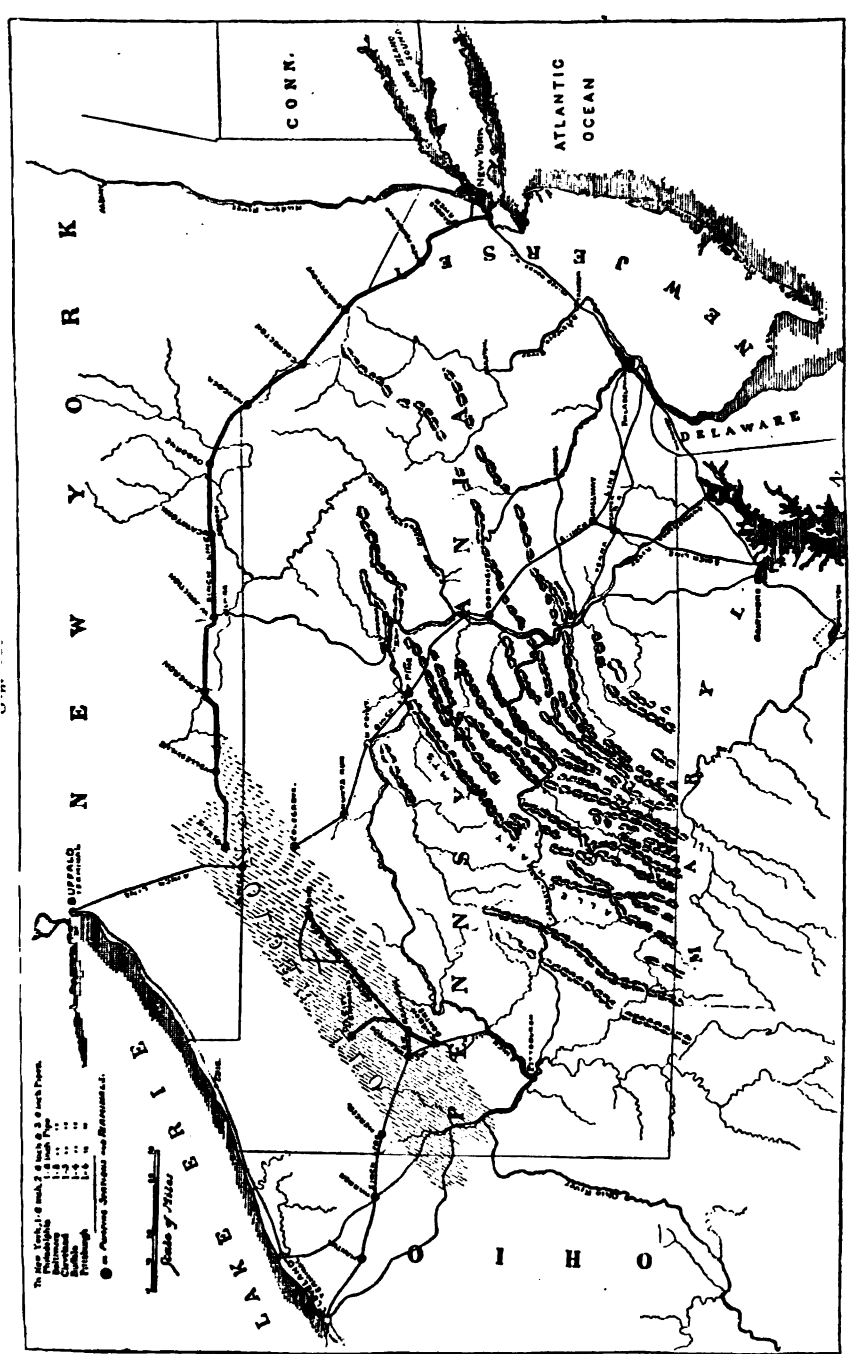
Wie schon früher erwähnt, befindet sich an jedem well (Bohrloche) ein ca. 250 bis 300 Barrels fassendes Holz- oder Eisenreservoir (tank), in welches das Oel gepumpt wird. Von diesen Tanks wird dann das Oel in die Pipe lines — mit welchen sie durch 50 mm-Röhren verbunden sind — durch den eigenen Druck fließen gelassen. Diese Pipe lines ziehen sich auf Tausende von Meilen überall hin durch die Straßen — selbst die belebtesten, von Städten — über Ackerfelder, unter, auf und an den Seiten der Fahrstraßen und endigen in Pumpenstationen, Füllanlagen (racks) oder Vorrathsbehältern (storage tanks). (Fig. 70, a. S. 64, zeigt die Steigungen in den Districten.)

Die Pumpenstationen sind an Centralpunkten des Rohrnetzes in Thälern gelegen. Sie bestehen aus soliden Gebäuden, enthalten Dampfkessel und Pumpenhaus, in der sich eine, oder mehrere mit genügender Dampfkraft versehene, direct wirkende Pumpen befinden. Die in Amerika gebräuchlichsten Systeme sind neben den Knowles und Tangye die Worthingtonpumpen; letztere meist in Verwendung stehend. Es sind dies sehr kräftige Maschinen, die mit einer großen Geschwindigkeit arbeiten und das Oel in großen Quantitäten und auf große Entfernungen nicht nur über Erhöhungen, die die Pipe lines in ihrem Wege zu überschreiten haben, treiben, sondern auch alle Reibungen in der Rohrleitung leicht überwinden. Fig. 71 (a. S. 65) stellt eine solche Pumpenstation mit Worthingtonsystem dar, wie sie die „Transit Oil Company" für ihre Pipe lines besitzt. Diese Pumpen arbeiten mit starkem Druck von ca. 80 bis 100 kg per Quadratcentimeter.

Die Racks sind Verladeanlagen, wo das Oel aus den Pipe lines in die Tankwagen (Tank cars) gefüllt wird; sie sind so eingerichtet, daß man eine ganze Reihe von Wagen zu gleicher Zeit füllen kann, die Anordnung ist die folgende:

Das Pipe lines-Hauptrohr wird parallel dem Geleise geführt und besitzt Abzweigungen vertical und über dem Geleise, die in Waggonlänge (ca. 6 bis 7 m) von einander entfernt sind. An ihrem Ende tragen diese Abzweigungen Absperrvorrichtungen und ein gebogenes Gelenkrohr (elbow), das bis an das Mann- resp. Füllloch des Waggons reicht. Um einen ganzen Zug von Tank cars zu

[1]) Henry's „Early and Later History of Petroleum". — [2]) Die Ansichten, ob die Rohre frei oder eingegraben, besser halten, sind getheilt. In Baku sind sie freiliegend, weil schmiedeeiserne Rohre nicht so rasch rosten. Große Erwartungen werden an die nahtlosen Mannesmannrohre geknüpft.


CONN.
ATLANTIC
OCEAN
New York
NEW YORK
NEW JERSEY
DELAWARE
PENNSYLVANIA
MARYLAND
OHIO
LAKE ERIE
BUFFALO
Scale of Miles

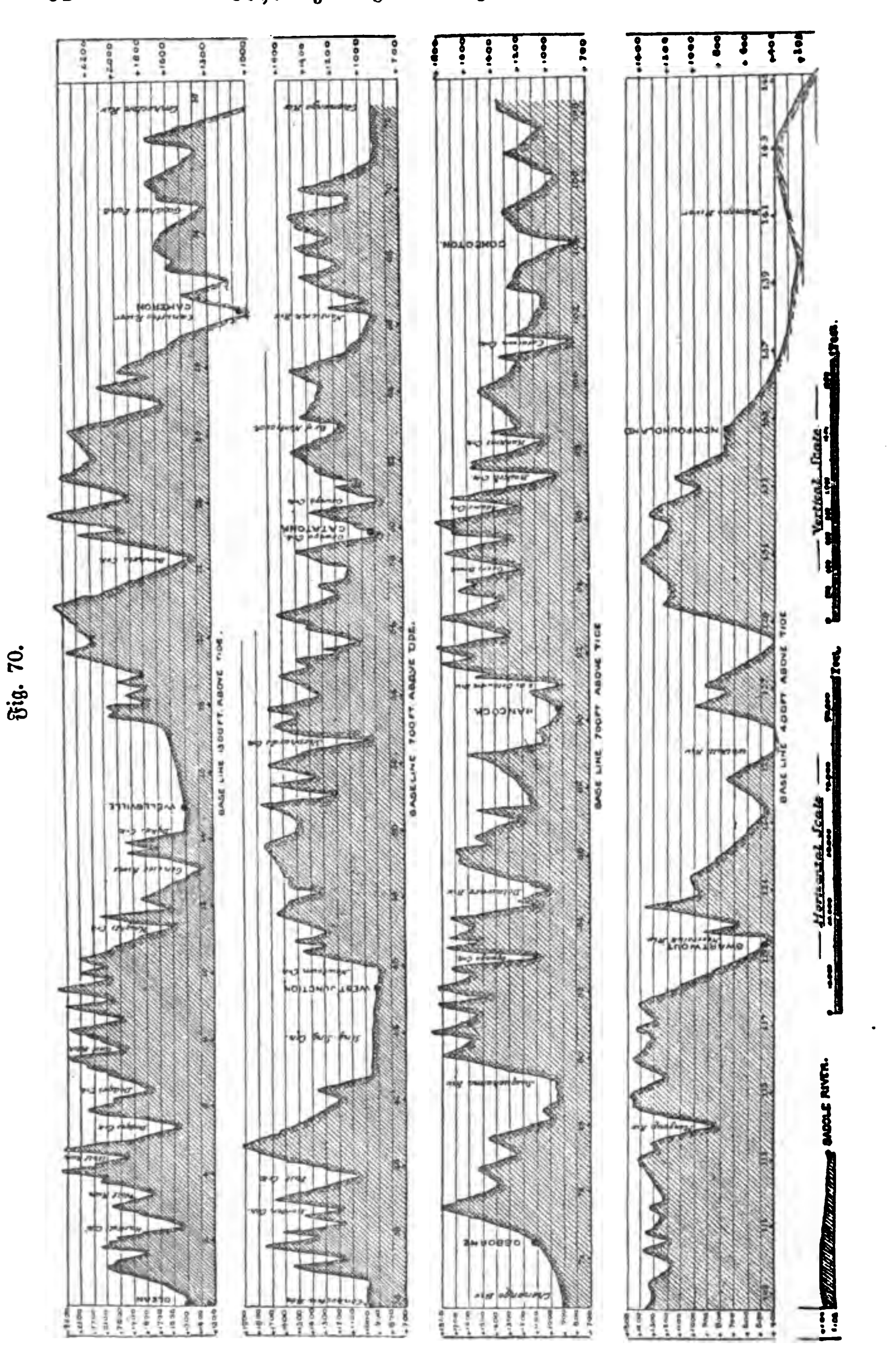

OLEAN
WELLSVILLE
CAMERON
WEST JUNCTION
CATATONK
OSBORNE
HANCOCK
NEWFOUNDLAND
SADDLE RIVER
Horizontal Scale
Vertical Scale

Fig. 70.

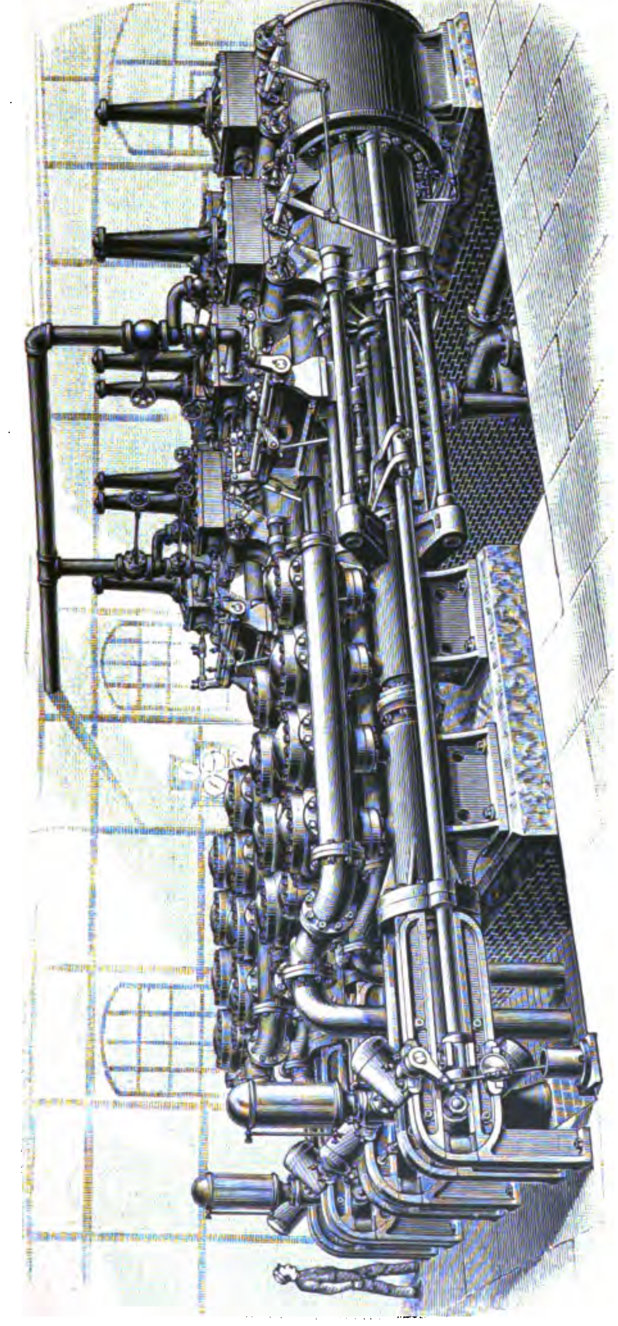


Fig. 71.

füllen, wird dieser auf das Geleise des Aufladegebäudes gebracht, die Deckel der Mannlöcher weggenommen, die Aufsatzröhren hineingesteckt, so daß das Oel in die Kessel laufen kann. In solcher Weise ist es möglich, etwa 20 Waggons, 2000 Barrels enthaltend, in $1^1/_2$ Stunden zu füllen.

Die Vorrathsbehälter (storage tanks) stehen mit der Hauptlinie der Pipe lines in Verbindung und wird das Oel, nachdem es schon Strecken von oft mehr als Hunderte von Meilen durchlaufen hat, dort aufbewahrt. Diese Behälter befinden sich an geeigneten Punkten, den wichtigeren Eisenbahnstationen und Seehandelsplätzen, und sind stets so gelegen, daß sie leicht gefüllt oder entleert werden können. In Limestone (Pennsylvanien), einem wichtigen Centrum des Oelhandels, sind z. B. über 60 dieser Vorrathsbehälter aufgestellt [1]). Sie sind direct auf die Erde gebaut, ohne Fundamentirung.

In der Tabelle sind die Dimension, Capacität und das Gewicht dieser Reservoirs ersichtlich. Sämmtliche sind geaicht.

Die „United Pipe lines Company" besitzt einen storage tank in ähnlichen Dimensionen mit 35 000 Barrels Fassungsraum [2]).

Da das Rohöl in Baku noch an vielen Orten zu niedrige Preise hat, als daß sich die Aufstellung von eisernen, geschlossenen Gefäßen rentirte, findet man dort noch jetzt viele offene Erd- und Holzreservoirs [3]). Nach einem officiellen Berichte sind in der Bakugegend folgende Vorrathsbehälter für Rohöl in der Nähe der Brunnen aufgestellt.

Balachani und Sabuntchi.

Gattung der Behälter	Anzahl	Fassungsraum
Offene Erdreservoirs	79	2 019 100 Brls.
Geschlossene Erdreservoirs	16	633 240 „
Holztanks oder Fässer	22	25 577 „
Geschlossene Steinreservoirs	61	437 554 „
Eiserne Reservoirs mit einem Inhalte von mehr als 10 000 Barrels	55	222 634 „
Reservoirs verschiedener Größe im Bau	4	81 000 „
	237	3 419 105 Brls.

Bibi-Eibat.

Offene Erdreservoirs	7	612 000 Brls.
Geschlossene Erdreservoirs	2	24 000 „
Eisenreservoirs	2	57 000 „
Holztanks	1	3 000 „
	12	696 000 Brls.
Im Ganzen	249	4 115 105 Brls.

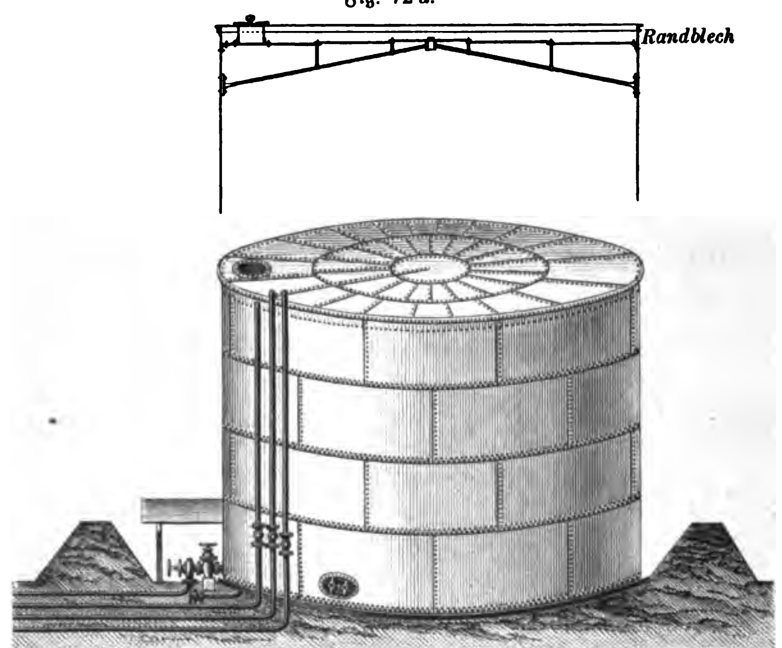
[1]) Peckham: „Report on the Production, Technology and uses of Petroleum", p. 911. — [2]) Peckham: „Report on the Production, Technology and uses of Petroleum and its Products." — [3]) Report by Consular Agent Chambers of Batoum. „Oil paint and drug reporter" 1890, July 9, p. 10.

Rauminhalt Barrels	Durchmesser Meter	Höhe Meter	Gewicht und Werth	Blechzahl per Zarge
3,7065·66	26,99	8,9	915 m=Ctr. Werth 37 800 Mark 4,7 Pfg. per Kilogr.	54 Platten Nr. 6 34 " " 00 68 " " 0 34 " " 3 34 " " 4 34 " " 5 200 " " 6 34 " " 7
3,1000·00	26,23	9,15	813 m=Ctr. Werth 33 600 Mark 4,7 Pfg. per Kilogr.	48 Platten Nr. 6 32 " " 0 32 " " 1 30 " " 2 32 " " 3 32 " " 4 32 " " 5 165 " " 6
2,6000·00	26,54	7,5	670,5 m=Ctr. Werth 30 492 Mark 5 Pfg. per Kilogr.	46 Platten Nr. 6 31 " " 1 31 " " 2 31 " " 3 31 " " 4 31 " " 5 169 " " 6
2,2000·00	25,9	6,7	538 m=Ctr. Werth 24 480 Mark 5 Pfg. per Kilogr.	54 Platten Nr. 7 26 " " 2 26 " " 3 26 " " 4 26 " " 5 26 " " 6 156 " " 7
1,6000·00	21,1	7,32	457 m=Ctr. Werth 22 680 Mark 5,6 Pfg. per Kilogr.	38 Platten Nr. 7 50 " " 3 25 " " 4 25 " " 5 25 " " 6 82 " " 7 25 " " 8
1,0000·00	18,3	6,08	386 m=Ctr. Werth 22 344 Mark 6,58 Pfg. per Kilogr.	38 Platten Nr. 6 40 " " 4 40 " " 5 80 " " 6 20 " " 7
5,900·00	13,7	7,1	152 m=Ctr. Werth 8820 Mark 6,58 Pfg. per Kilogr.	20 Platten Nr. 8 15 " " 5 30 " " 6 15 " " 7 44 " " 8

Für eine jährliche Rohölproduction von ca. 4 000 000 m-Ctr. ist dies ein verhältnißmäßig sehr geringer Vorrathsraum, dennoch zeigt die Erfahrung, daß derselbe noch zu groß ist für das Lager. So waren am 1. Januar 1890 bloß gegen 715 000 Barrels Rohöl in den Reservoirs. Im Kaukasus lagert man Rohöl ungern ein und besonders nicht in offenen Behältern, da das Oel durch Verdunsten der leichten Theile beim Lagern sehr viel verliert und auch bei größeren Vorräthen die Preise zu sehr beeinflußt werden.

Aus den Fig. 72 a b c ist die Construction und Anlage von solchen eisernen Reservoirs in verschiedenen Dimensionen ersichtlich; Fig. 72 a ist eine ältere und noch oft gebräuchliche Form eines Cylinderreservoirs mit flachem Deckel,

Fig. 72 a.

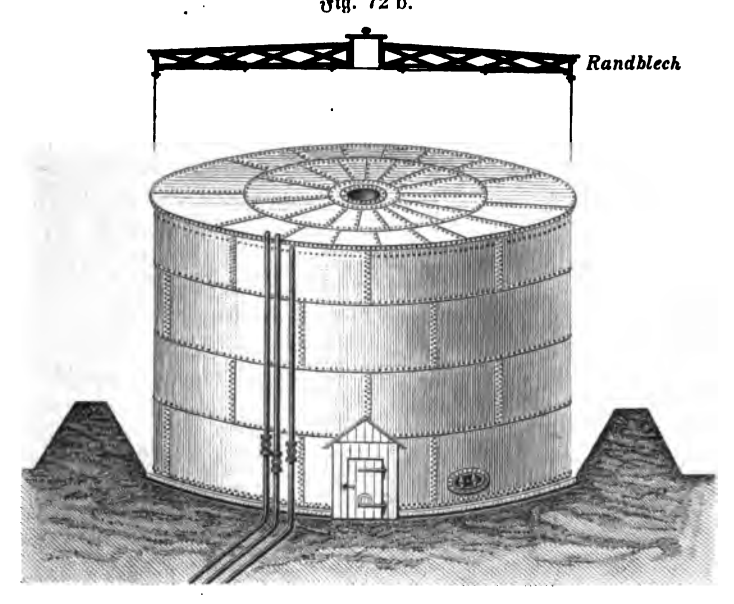


während Fig. 72 b ein Reservoir darstellt, dessen Decke bombirt, mit einem Mannloch in der Mitte versehen ist und wo die Randbleche ca. 50 cm über die Reservoirdecke hinausreichen und hierdurch Raum für eine Wasserschicht bilden. Diese Form, die in neuerer Zeit in Amerika und am Continent in Anwendung kommt, bietet den Vortheil größeren Schutzes gegen Feuersgefahr, da die Wasserkühlung eine größere Gasbildung verhindert und Funken von Locomotiven, Essen 2c. verlöscht. Gegenüber diesem Vortheile haben die so construirten Reservoirs den Nachtheil, daß die Wasserschicht, oder im Winter die Schnee- und Eisschicht einen Druck auf die Decke ausübt und hierdurch eine Gefahr des Undichtwerdens oder eventuell des Einstürzens der Decke vorhanden ist [1]). Diese Gefahr ist ver-

[1]) Ein Fall, der sich in einer Raffinerie ereignete; die großen Schnee- und Eismassen drückten den Deckel ein und deformirten das Reservoir vollständig.

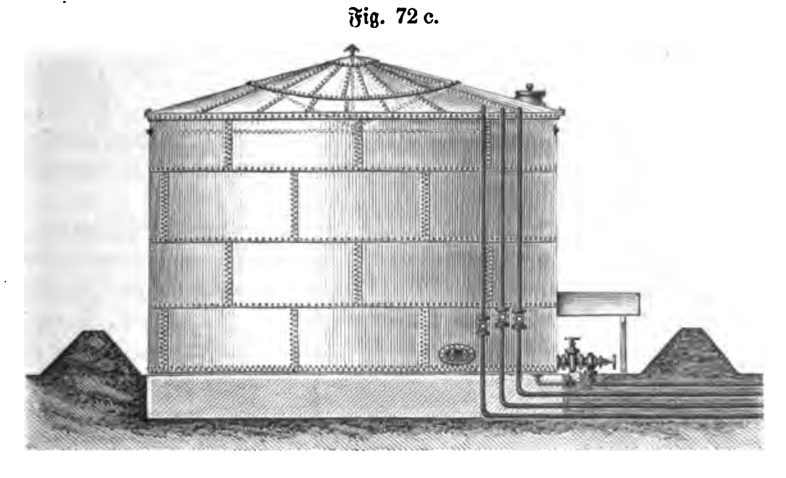
mieden bei den Reservoirs (Fig. 72 c) mit conischem Dach, wie sie in den Oel-districten in Baku in Verwendung stehen. Sowohl in den Rohöldistricten, als

Fig. 72 b.



auch in den Raffinerien sind die Reservoirs für die Sammlung von Roh-waaren und Fabrikaten ganz ähnlich angeordnet. Die Stärkedimensionen der

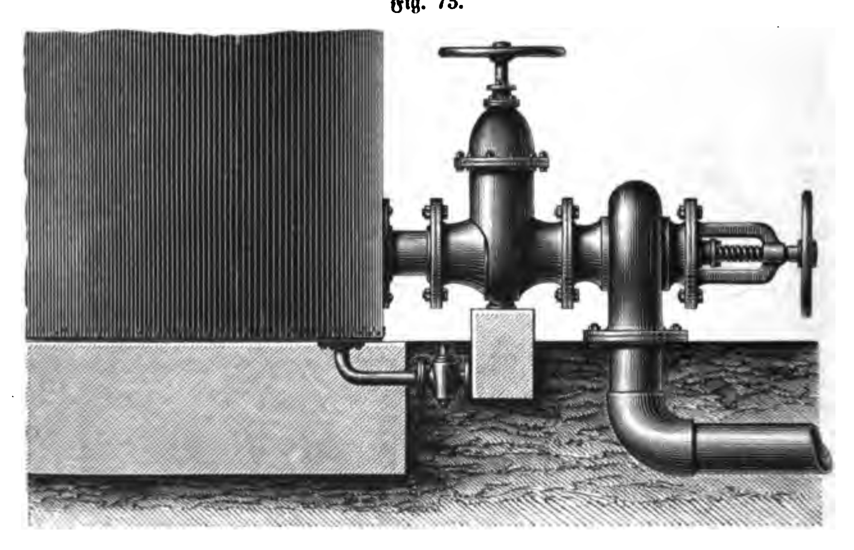
Fig. 72 c.



Bleche sind entsprechend dem Fassungsraume, und der Dauerhaftigkeit wegen nie unter einem gewissen Maße gewählt. In der Regel sind die Boden-bleche und jene der ersten und zweiten Zarge gleich stark (6 bis 10 mm), jede

höhere Zarge ist um 1 bis 2 mm schwächer und die Deckenbleche sind die schwächsten. Die Reservoirs sind mit einer Füllleitung, ferner mit den Wasser- und Dampfleitungen gegen Feuersgefahr versehen. Die Ablaßvorrichtung befindet sich in der Regel 20 bis 30 cm über dem Boden, um eventuelles Wasser und Sediment nicht mit abzufüllen. An dieser Stelle ist besondere Sorgfalt der Sicherung nothwendig, denn zur Gefahr des Springens der Ablaßhähne im Winter kann sich noch die Böswilligkeit Unberufener gesellen. Die Abfüllvorrichtung soll daher stets aus Metall (Rothguß oder Messing) sein, da gußeiserne Hähne in der Kälte viel leichter springen; und außerdem in solchen Gegenden, wo die Temperatur den Gefrierpunkt erreicht oder überschreitet, mit Wärmeschutzmasse umhüllt werden. In manchen Fabriken wird zur Vermehrung

Fig. 73.



der Sicherheit die Abfüllvorrichtung combinirt, aus einem Schieber und einem Ventil construirt, so daß das Oeffnen des einen ohne das andere unmöglich ist (Fig. 73).

Die Reservoirs bilden vermöge ihres werthvollen und leichtzündlichen Inhaltes eine stete Sorge der Feuersgefahr. Die Hauptgefahr entstammt den Gasen, die sich aus den Oelen entwickeln. Ein Gemenge dieser Gase mit Luft ist bei Blitzschlägen die Hauptursache des Entzündens des Oeles selbst. Die Frage, ob der Blitz durch die Rohrverbindungen angezogen und geleitet wird, ist eine offene, denn wiewohl eine große Zahl von Reservoirs in Brand gerieth, bei denen die Füllleitungen bis an die Decke gingen, entzündeten sich auch solche, bei denen sich nachgewiesenermaßen die Rohrleitung am Boden befand. Auch hölzerne Reservoirs (mit 4,9 m im Durchmesser und 2,4 m Höhe) entzündeten sich.

Die Frage der Anwendung von Blitzableitern ist auch noch nicht gelöst. Während nach den Erfahrungen von W. T. Scheide — dem Leiter der „United Pipe lines-Gesellschaft“ — die Anbringung von Blitzableitern an den Reservoirs

vortheilhaft ist, zeigen wiederholte Brände bei Reservoirs mit Blitzableitern, daß dieser Schutz auch kein vollständiger sei, ja es entwickeln sich sogar gegentheilige Ansichten, die in denselben eine vermehrte Gefahr sehen.

Jede andere Ursache eines Feuers läßt sich nur durch Anwendung der allergrößten Vorsichtsmaßregeln verhindern. Hauptbedingungen sind genügende Entfernung der Schornsteine und Heizanlagen von den Reservoirs und der letzteren von einander, und Wasserkühlung, so daß, wenn eines schon in Brand gerathen ist, das andere in Schutz gebracht werden kann. In der Regel entsteht das Feuer durch die Entzündung der Gase; in solchen Fällen pflegt das Reservoirdach durch die Explosion weggeschlagen zu werden. Seltener findet auch ein Bersten des Reservoirs selbst statt. Es muß daher schon bei der Anlage solcher Reservoirs für Schutzwälle gesorgt werden, so daß ein großer Theil des ausfließenden Oeles aufgefangen werden kann. Bei den meisten Reservoirbränden ist dies bei genügender Stärke des Materials nicht zu befürchten, und da das Oel nur an der Oberfläche brennt, so kann die Gefahr und der Schaden auf ein Minimum reducirt werden, indem man das Oel bei der Ablaßvorrichtung in andere entfernt gelegene Reservoirs, Brunnen, Ablaßbassins &c. fließen läßt; gleichzeitig sinkt der Oelspiegel fortwährend und zieht sich das Feuer mehr und mehr in das Innere des Reservoirs, und wenn die Flamme schließlich keine weitere Nahrung und Luft findet, brennt sie ruhig ab und erstickt durch die beim Brennen sich entwickelnde Kohlensäure. Ein solcher Fall ereignete sich bei dem Brande einer Petroleumraffinerie in Budapest, wo das brennende Reservoir auf diese Weise gerettet wurde. Die Anwendung von Löschmitteln ist eine mehr oder minder illusorische und nur bei kleineren Bränden ist die Anwendung von Dampf und Sand von Erfolg. Wasser in noch so kräftigen Strahlen wirkt in der Regel nicht.

Die Pipe lines selbst — die sich zu colossalen Dimensionen entwickelten — gaben Anlaß zur Gründung von zahlreichen Gesellschaften, die den Transport, die Verwerthung und den Verkauf des Rohöles versehen. — In Amerika sind deren eine ganze Reihe und seien hier die allerwichtigsten erwähnt:

Die „National Transit Company“ beschäftigt sich mit dem Transport des Oeles von den Oelgegenden bis an die Seeufer und die Raffinerien. Sie schafft das Oel von den Tanks in die Pipe lines und stellt es nach New York, Philadelphia und Baltimore den Exporteuren und Raffineuren zur Verfügung, ebenso nach Pittsburg, Cleveland und Buffalo den dortigen Petroleumraffineuren. Die Gesellschaft hat in Pennsylvanien ein Monopol für ihre Transportmittel. Die approximative Schätzung ihres Eigenthumes ergiebt etwa 69 000 000 Mark. Sie besitzt eiserne Vorrathsbehälter für 15 000 000 Barrels und einige tausend Meilen eiserner Pipe lines, außerdem zahlreiche Pumpstationen, Maschinenwerkstätten &c. Sie besitzt sechs Pipe lines von 50 bis 152 mm Durchmesser, unter diesen ist der New Yorker Zweig über 300 Meilen lang und hat 11 Stationen, die in den folgenden Gegenden liegen [1]):

---

[1]) Benjamin J. Crew: „A Practical Treatise on Petroleum.“

Olean nach		Entfernung in Meilen
Wellsville		28,24
Cameron's Mills		27,92
West Junction		29,74
Catanuk		27,43
Osborn Hollow		27,98
Hancock		29,83
Cocheeton		26,23
Schwortowoas		28,93
Newfoundland		29,00
Saddle River		28,78
nach den Endstationen	Bayonne, N. Y.	16,29
	Hunters Point, N. Y.	12,26

Eine jede Station ist mit sieben oder acht Dampfmaschinen von 80 bis 100 Pferdekräften und mit zwei großen Worthingtonpumpen versehen.

Bei jeder Station befinden sich mindestens zwei, oft auch mehr Eisenreservoirs mit 35 000 Barrels Fassungsraum, außerdem ein Telegraphenbüreau mit der hierfür nothwendigen elektrischen Einrichtung, um mit den anderen Stationen in Verbindung zu sein. Beleuchtet werden diese Stationen mit Edison'schen Glühlampen.

Das Oel wird von den Reservoirs einer Station zu denen der anderen gepumpt, bis es in die Reservoirs der Seehäfen gelangt. Da die Stationen in stetem Betriebe sind und nur im Falle eines Rohrbruches stehen, kann man sagen, daß dieser mächtige Oelstrom Tag und Nacht im Laufe des Jahres in Bewegung ist.

Die „United Pipe lines“ bilden einen Theil der „National Transit Company“; sie erhalten das Oel direct von den Brunnen und liefern es in die großen Sammelreservoirs, von denen es in die Raffinerien transportirt wird. Diese Gesellschaft beschränkt sich lediglich auf die Hülfslinien (Subsidiary lines), die von Brunnen zu Brunnen gelegt werden und bloß in der Oelgegend thätig sind. Sie besitzt zwei Hauptröhrenleitungen von 152 mm Durchmesser von Kane in Mc Kean County nach Bear Creek in Clairon County. Die Leitung bei Bear Creek steht im Dienste der „National Transit Company“. Eine der Leitungen, die bei Kane westlich einen Bogen nach Sheffield in Warren County beschreibt, erhält das Oel von Cooper, Henry Mills, Balltown, Cherry Grove und anderen Districten von Warren und Forest County. Eine andere Linie führt über das Bradforder Feld in den neuen Oeldistrict bei Kane zu dem südwestlichen Theile von Mc Kean County.

Die „Tidewater Pipe lines Limited“ nimmt nach den „United Pipe lines“ an Bedeutung und Größe den zweiten Platz ein. Sie erhält das Oel von den Brunnen und bezahlt durch Ausgabe von Accepten (acceptances), Certificaten und anderen Belegscheinen (vouchers); sie fördert das Oel in einem einzigen 152 mm-Rohr von Rixford, ihrer Hauptstation auf dem Bradforder Gebiete, nach Tamanend, in Schujlkill County, ihrer Endstation. Diese Pipe lines wird aber jetzt von Tamanend durch Ostpennsylvanien verlängert und

quer über New Jersey nach New York City geleitet. Die Gesellschaft erhielt im November 1878 ein Privilegium. Ihre Büreaus sind in Titusville, Bradford, Olean, Bolivar, Philadelphia und New York.

Die Tidewater lines beschränkt ihre Operationen bloß auf die Bradforder und Alleghany-Gebiete. Die Hauptpumpstationen des Bradforder Districtes befinden sich in Duke Centre, Moody, Knox, Dallas City, Emery, Custar City, Indian Creek und Derrick. Von allen diesen Punkten wird das Oel in die Hauptstation in Rixford gepumpt. In der Alleghanygegend ist bei Allentown der Hauptpunkt, von wo das Oel in einer vierzölligen Leitung nach den Bolivar- und Indian Creek-Stationen und von dort nach Rixford gepumpt wird.

Die Strecke von Rixford nach Tamanend hat eine Länge von 172 Meilen, besitzt fünf Pumpstationen; eine complete Telegrapheneinrichtung der „Tidewater Pipe Company" verbindet Titusville und Bradford mit New York und allen Stationen ihrer Pipe lines.

Die Pittsburger Pipe lines sind im Mai 1885 von den Raffineuren Holdschiß und Irwin gegründet worden; sie erstrecken sich von den Brunnen bei Thorn Creek und St. Joe in Butler County bis nach Pittsburg. Seit dem letzten Jahre hat die Gesellschaft ihre Leitungen bedeutend vergrößert, so daß sie das Oel von den Washington- und Shannopin-Gebieten beziehen kann. Früher wurde das Oel der Washington-Gebiete in einer Leitung bis nach Ewing gefördert, von hier in Tankwaggons gefüllt und nach Pittsburg transportirt. Von Shannopin führte wieder eine Linie nach dem Ohioflusse, wo das Oel in Kähne umgeladen und mit Schnelldampfern nach Smokey City gebracht wurde.

Die Southwest Pennsylvania Pipe lines haben ihre Entstehung der Entwickelung der Oelindustrie in Washington und Shannopin in dem südwestlichen Theile dieser Staaten zu danken. Sie unterliegen der „National Transit Company" und bestehen aus einer einzigen sechszölligen Leitung, welche von Ewingstation über das Chartiers Valley in Washington County, dann über das Shannopin- oder Shoustown-Gebiet im Beaver County, nach dem Carbon Centre in Butler County führt, wo sie sich mit den Leitungen der „National Transit Company" vereinigt.

Die Ohio Pipe lines bestehen aus fünf einzelnen Zweigen: zwei in der Macksburger Gegend, zwei im nordwestlichen Ohio und eine im westlichen.

In der Gegend von Macksburg beschäftigt sich die Macksburger Pipe lines, Eigenthum der „National Transit Company", mit dem Transporte von Rohöl und die Marietta Pipe lines — im Besitze von Georg Rice, Raffineur in Marietta — führt das Rohöl von Macksburg nach Lowel zum Muskingumflusse, einer Strecke von zehn Meilen, wo das Oel in Kähne gepumpt wird, um nach Marietta verschifft zu werden.

Auf dem Oelgebiete von Nordwestohio sind zwei Leitungen in Thätigkeit, die Buckeye Pipe lines (Lima, Ohio), eine Gründung der „National Transit Company", und die Findlay Pipe lines (Findlay, Ohio).

Von den kleineren Leitungen (Minor Pipe lines) sind die Octave Oil Company Pipe lines, Excelsior Pipe lines, Franklin Pipe lines Company und die Producer Pipe lines Company zu erwähnen.

Die erste ist bloß einige Meilen lang, Privateigenthum, und schafft das Oel von den Brunnen in dem Octovedistrict bei Titusville zu den Raffinerien.

Die Excelsior Oil Company besitzt eine Leitung von dem Tarkillölgebiet im Venango County in die Raffinerien von Oil Creek, sie ist etwa 12 Meilen lang.

Die Franklin sowie die Producer Pipe lines Company befinden sich in der Schweröl- (heavy oil) Gegend bei Franklin; sie beschäftigen sich mit dem Transport von schweren Oelen in das Centrum von Franklin County. Keine dieser beiden Linien ist über acht Meilen lang.

Die Gesammtlänge der amerikanischen Pipe lines betrug schon 1886 über 1800 km [1]), zur Zeit ist sie sicher weit über 2000 km gestiegen.

Im Kaukasus [2]) geschah der Transport des Rohöles in die Raffinerien — eine Strecke von etwa 11 km — wie erwähnt, bis vor nicht langer Zeit größtentheils nur durch zweiräderige Wagen (Arben). 10 000 solcher Wagen vermittelten zweimal täglich den Verkehr — allerdings nur bei schönem Wetter. Bei ungünstigem Wetter, starken Winden und Regen, zogen die Arben nur ungern aus, da die Wege um diese Zeit unfahrbar waren. In den stärksten Betriebsepochen mußte oftmals der Verkehr zwischen der Oelregion und den Raffinerien vollständig eingestellt werden, hierzu gesellte sich die Unzufriedenheit der Fuhrleute (die aus Tartaren und Persern bestanden), diese strikten oft, steigerten nach ihrem Willen den Transportpreis, der manchmal acht Kopeken per Pud betrug.

Unter solchen Umständen konnte von einer rentabeln Entwickelung der Industrie keine Rede sein und waren die Fabrikanten und Rohölbesitzer froh, wenn sie ohne Verlust arbeiten konnten, und doch, trotz aller Schwierigkeiten waren die Fabrikanten außer Stande, aus eigener Initiative eine Verbesserung ihrer Lage zu versuchen, und erst im Jahre 1877 — Dank den Verdiensten der Gebrüder Nobel und besonders Ludwig Nobel's — konnte sich die Industrie in nie geahnter Weise heben, so daß sie alsbald die amerikanischen Verhältnisse nahezu erreichte.

Als Robert Nobel im Jahre 1873 [3]) den Kaukasus besuchte, um dort Nußholz zu kaufen, war er von dem unerschöpflichen Reichthum der Petroleumgegend so überwältigt, daß er seinen Bruder Ludwig Nobel bewog, dort eine kleine Raffinerie anzulegen. Sein Wunsch wurde erfüllt und Robert Nobel kehrte sogleich in den Kaukasus zurück, wo er von 1875 bis 1876 die mühsamste Arbeit eines Pioniers zu bewältigen hatte. Jedenfalls gebührt ihm die Ehre der Gründung des kolossalen Unternehmens, während die Energie und Ausdauer Ludwig Nobel's es auf die heutige Höhe brachte. Im Frühjahr 1876 besuchte er den Kaukasus und diese Fahrt reifte in ihm den Entschluß weiterer Thätigkeit. Nachdem er die Naphtareichthümer der Apscheronhalbinsel näher kennen gelernt und den ganzen Werth begriffen hatte, den die Naphtaindustrie künftig in Rußland erhalten könnte, wenn man sie mit allen Verbesserungen der jetzigen Technik organisiren würde, schritt er sofort an die radicale

[1]) Starzew: „Bakuer Naphtaindustrie“ (1886). — [2]) Victor Ragosin: „Die Naphta und die Naphtaindustrie“, S. 304. — [3]) Memoiren der kaiserlich russischen technischen Gesellschaft 1889, Mai.

Aenderung des Transportes; denn die vollständige Unabhängigkeit von den bisherigen mühseligen und unsicheren Verkehrsmitteln war die erste und einzige Möglichkeit einer Großindustrie. Er schlug noch im Jahre 1876 den bedeutenderen Naphtaindustriellen vor, nach amerikanischem Muster gemeinschaftlich eine Röhrenleitung von den Oelregionen zu den Raffinerien zu bauen, um hierdurch eine billige und unabhängige Transportweise zu gewinnen, aber überall begegnete er nur Mißtrauen und höhnischen Abweisungen seines Projectes. Er wandte sich deshalb (1877) mit seinem Projecte an englische Capitalisten, um eine Actiengesellschaft mit einem Capitale von drei Millionen Rubel zu gründen. Der darauf folgende russisch-türkische Krieg aber schloß die Möglichkeit der Betheiligung ausländischen Capitals vollständig aus. Nun sah sich L. Nobel gezwungen, sein Unternehmen allein auszuführen und zeigte dabei eine unüberwindliche Energie und Kenntniß der Verhältnisse, so daß nach Ansicht russischer Industrieller die Naphtaindustrie in Rußland noch auf dem Standpunkte von 1876 geblieben wäre, hätte nicht L. Nobel sich ihrer bemächtigt.

Als Nobel im Jahre 1877 seine Leitung zu bauen anfing, vereinigten sich die übrigen Industriellen gegen ihn und verlangten, um ihm Concurrenz zu machen, von der Regierung die Concession zum Baue einer Eisenbahn auf derselben Strecke, die aber nicht ertheilt wurde. Erst nach Fertigstellung der Leitung erkannten die Naphtaindustriellen den Nutzen derselben, so daß sie sich alsbald an Nobel wandten, um das Oel von Balachani durch diese Leitung in ihre Raffinerien zu schaffen, wofür sie ihm ca. 1 Pfg. per Kilogramm bezahlten; hierdurch verbilligten sie sich die Zufuhr und auch für Nobel war dieses Unternehmen sehr nutzbringend.

Die erste Rohrleitung war wie folgt eingerichtet[1]): In Balachani, neben der XV. Gruppe der Naphtaquellen, wurde die Pumpstation und daneben ein Eisenreservoir mit ca. 17000 m-Ctr. Inhalt aufgestellt. In der Pumpstation trieb eine 37 pferdekräftige Dampfmaschine eine Pumpe, die das Oel in das oben erwähnte Reservoir und in die Röhrenleitung drückte; diese, ca. 10 km lang, verbindet diese Station mit der Nobel'schen Raffinerie in dem schwarzen Städtchen (Tschorny Gorodok) in Baku. Die Röhren liegen frei auf der Erde und machen verschiedene Krümmungen und Biegungen, je nach der Beschaffenheit der Erdoberfläche, ihr Durchmesser beträgt 127 mm und die Naphta durchläuft dieselben mit einer Geschwindigkeit von über 1 m per Sekunde. Die Station in Balachani liegt 63,6 m höher als die Eingangsstation im schwarzen Städtchen und kann man durch die Leitung etwa 13000 m-Ctr. Oel per Tag transportiren. Um das Hauptreservoir in Balachani mit Oel zu füllen, sind mehrere solcher Pumpen aufgestellt, die das Oel von den Bohrlöchern an die Hauptstation schaffen, in der Empfangsstation in Tschorny Gorodok wird das Oel in verschiedene Reservoirs vertheilt und von diesen je nach Bedarf verwendet. Die Herstellungskosten für diese Leitung betrugen etwa 800000 Mark[2]). Nach ihrer Herstellung gingen die Transportkosten bis auf $^1/_3$ zurück. Mehrere der Raffi-

[1]) Victor Ragosin: „Die Naphta und die Naphtaindustrie." — [2]) C. Engler: „Das Erdöl von Baku."

neure ließen dann Seitenzweige von der Nobel'schen Leitung in ihre Fabriken führen, wofür sie bis zum Jahre 1882 noch ca. 1 Pfg. per Kilogramm zahlten. Diesen außerordentlichen Erfolg erkennend, begannen auch die anderen Raffineure Leitungen zu errichten. Nach Vollendung der ersten Pipe lines hat die Bakusche Naphtagesellschaft [1]) von der XV. Gruppe der Balachanigegend eine Leitung zu ihrer Raffinerie in Surachani geführt und später von hier zur schmalen Sandbank von Sichsk am Kaspischen Meere, wo sie einen Hafen errichtete. Die Gesammtlänge dieser Pipe lines beträgt etwa 16 km.

Im Jahre 1878 wurden drei weitere Pipe lines gelegt. Die eine erbaute M. Mirsojeff von Balachani zu seiner Raffinerie in Baku; diese hat eine Länge von 13 km. Der Röhrendurchmesser beträgt 101,6 mm und die Tagesleitung ca. 8000 m-Ctr. Oel. Die zweite ist die Lianosoff'sche von der VII. Gruppe nach Baku (Tschorny Gorodok) in einer Länge von 13,8 km und einem Röhrendurchmesser von 76 mm bei einer Leistung von 4000 m-Ctr. Oel pro Tag. Die dritte ist die der Kaspischen Gesellschaft, welche das Oel von Sabuntchi mittelst Leitung bis an die Bahnstation führt, von hier in Tankwaggons bis in das Dorf Kapsili und von diesem nochmals durch eine Röhrenleitung bis in die Raffinerie, die sich unweit dieses Dorfes befindet.

So entwickelte sich allmählich eine Leitung nach der anderen, heute zählt man etwa 21 solcher Pipe lines, die gewöhnlich gegen 20 Millionen Barrels fördern. Außer den Leitungen, welche von der Oelregion (Balachani, Sabuntchi) nach Baku und Umgegend führen, wurden zahlreiche Seitenleitungen errichtet, die gleich Netzen von diesen 21 Haupt-Pipe lines ausgehend, in die Raffinerien führen. Die Gesammtlänge dieser Pipe lines beträgt heute über 200 km [2]). — Fig. 74 stellt das Pipe lines-Netz dar.

Die Transportkosten per Kilogramm betragen heute für die Raffineure $^1/_5$ bis $^3/_5$ Pfg. von der Oelgegend nach Baku. In der neuesten Zeit wird viel von einer projectirten Raffinadeleitung gesprochen, die von Baku bis Batum als Verbindung des Kaspischen Meeres mit dem Schwarzen Meere erbaut werden soll. Wiederholt wurden und werden noch Petitionen an die Regierung gerichtet, sie möge selbst eine solche Leitung ausführen oder Concessionen hierfür ertheilen. Trotz des augenscheinlichen Vortheiles gestattet die Regierung dies nicht, denn dann würden die Eisenbahn und die zahlreichen Cisternenwagen, die eigens zur Vermittelung des Transportes gebaut wurden, einfach werthlos, gleichbedeutend einem Verluste von vielen Millionen Rubel. Um aber die Concurrenzfähigkeit [3]) des Bakuer Naphtageschäftes zu erhöhen, hat das Finanzministerium in der letzten Zeit für die Linie Baku-Batum tausend neue Cisternenwaggons angeschafft. Gleichzeitig wird eine Herabsetzung des Frachtentarifes geplant, so daß durch die Gewährung dieser Begünstigung die amerikanische Concurrenz auf den europäischen Märkten bedeutend geschwächt wird. Doch sind bis heute die Verkehrsstörungen, in Waggonmangel etc. bestehend, ganz bedeutende.

---

[1]) Victor Ragosin: „Die Naphta und die Naphtaindustrie." — [2]) Starzew: „Die Bakuer Naphtaindustrie." — [3]) Chemikerzeitung 1890, Nr. 61, S. 1007 (Baku).

In Deutschland hat bloß die deutsche Petroleumgesellschaft eine Pipe lines, welche von den Oelregionen nach einem Sammelbassin von etwa 2000 Barrels Inhalt geleitet wird. Von hier wird das Oel mit einer starken Druckpumpe in

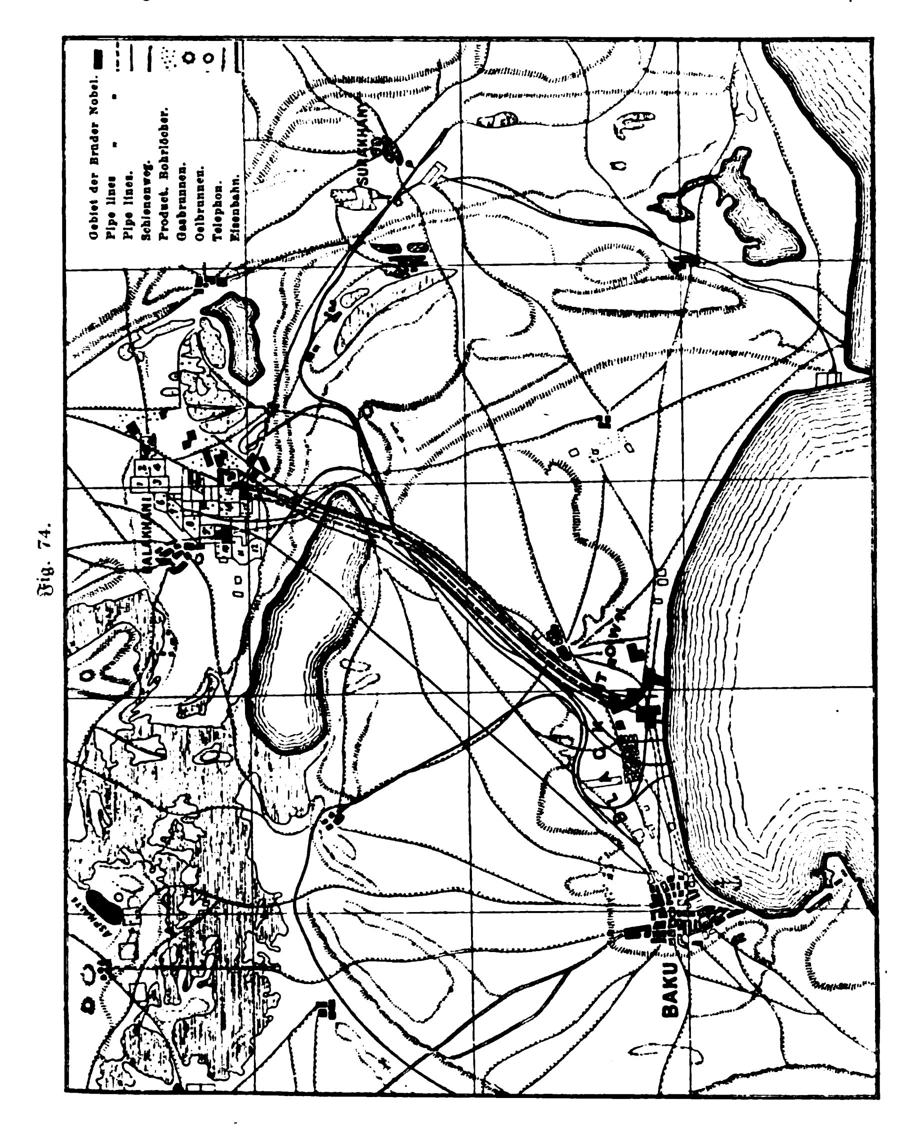


Fig. 74.

die Station „Peine“ gefördert, wo sich die Raffinerie befindet. Die gesammte Länge der Leitung beträgt ca. 10 km und ihr Durchmesser 60 mm.

In Galizien sind trotz der so bedeutenden Erdölgewinnung die Transportverhältnisse noch ganz ungenügende; wo sich die Raffinerien nicht neben den

Brunnen befinden, muß denselben das Oel noch in Fässern und mit Wagen zugeführt werden. — Pipe lines sind in nicht erwähnenswerther Länge und Bedeutung vorhanden, alle Fortschritte der anderen Oelgebiete bleiben für Galizien wenig benützt, denn Capitalmangel und der Umstand, daß sich manche dieser Oelterrains in sehr zweifelhaften Händen befinden, erschweren jede Prosperität.

Der Betrieb der Pipe lines ist ein continuirlicher und nur in den allerseltensten Fällen pflegt ein Stillstand im Betriebe einzutreten. Es sind dies Fälle unvorhergesehener Natur, Rohrbruch oder Verstopfung durch Paraffin aus schweren Oelen oder mitgerissene Sedimente aus den Reservoirs. Zum Reinigen der Röhren wendet man in Amerika [1]) den sogenannten „Scraper“ an; es ist dies ein kleines Instrument, etwa $^2/_3$ m lang, bestehend aus zwei Gliedern, die durch Charniere verbunden sind. An dem vorderen Theile befinden sich vier Arme mit kleinen Rädchen an den Enden, die durch eine Sprungfeder an das Innere der Röhre gedrückt werden. Der Schaft des Instrumentes trägt eine Reihe von Stahlmessern, die sich wie die Flügel einer Windmühle bewegen können. Der Druck der Pumpe macht, daß diese Messer rotiren, während die ganze Maschine sich gleichzeitig vorwärts bewegt und die ganze Leitung von Station zu Station passirt. Zwei Männer, gewöhnlich zu Pferde mit einem Wagen, folgen längs der Pipe lines und erkennen durch das Schwirren des Scrapers, der sich in der Röhre bewegt, seine jeweilige Lage.

Die charnierartig verbundenen zwei Glieder ermöglichen es, daß der Scraper jede wie immer construirte Curve der Leitung passirt. Wenn er durch irgend ein Hinderniß in seinem Wege aufgehalten wird, muß das Rohr auseinander genommen und gereinigt werden. Es ist Pflicht der Leute, den Platz, wo sie das Schwirren nicht mehr hören, genau zu untersuchen, denn dies gilt als ein sicheres Zeichen dafür, daß eine Störung in der Leitung vorhanden ist. Unter anderen Umständen durchläuft der Scraper rasch die Pipe lines, indem er alle in der Röhre abgesetzten Stoffe zerschneidet und vertheilt, und sie auf diese Weise losmacht, so daß diese Stoffe dann in der nächsten Station in ein Tank hineingepumpt werden können.

Certificates.

Die Pipe lines-Gesellschaften in Amerika sind seitens der Regierung ermächtigt, den Empfang von Oel, das sie entweder direct von den Brunnen oder von den Sammelreservoirs der Brunnenbesitzer übernehmen, durch sogenannte „Certificates“ zu bestätigen und damit zu bezahlen. Es geschieht dies in der Weise, daß die Brunnen- oder Oelbesitzer sowie die Pipe lines-Gesellschaft Beamte entsenden, die das Oel, ehe es in die Pipe lines der betreffenden Gesellschaft kommt, in hierfür eingerichteten geaichten Behältern genau messen. Ist dies geschehen, so wird das Quantum — abzüglich 3 Proc. für Lieferungsspesen 2c. — in das Buch der Gesellschaft eingetragen und dem Besitzer hierfür ein Certificat ausgestellt, das wie jedes andere Werthpapier an der Oelbörse gehandelt wird

---

[1]) Benjamin J. Crew: „A practical Treatise of Petroleum.“

und oft den Gegenstand der wildesten Speculationen bildet. Die Pipe lines-Compagnien sind durch die Ausgabe dieser Certificates für das darauf angegebene Quantum immer haftbar und hat der Certificatsbesitzer jederzeit das Recht, nicht nur bei jener Gesellschaft, die das Certificat ausgestellt, sondern auch bei jeder mit dieser in Verbindung stehenden, somit auf jeder Station, wo dieselben Tanks besitzen, das Rohöl zu übernehmen. Nach Uebergabe des Oeles an die Pipe lines ist es dem Rohölbesitzer gestattet, dasselbe bis 30 Tage darin zu lassen, bei längerem Lagern in den Reservoirs der Pipe lines muß er eine sogenannte „Tankage", d. h. $5^1/_4$ Pfg. per Barrel und Monat oder 5250 Mark per 1000 Barrels bezahlen.

Die außerordentliche Wichtigkeit der „Certificates"-Einrichtung für die Oelbesitzer ist ohne Weiteres ersichtlich, denn es werden die Transportkosten außerordentlich erleichtert, ja fast erspart. Gleichzeitig hat er bei Uebergabe des Oeles und Bestätigung durch die „Certificates" das Oel verkauft, da diese Bestätigung wie ein Bankschein behandelt wird.

Heute wird nahezu der ganze oder wenigstens Hauptpetroleumhandel in Amerika durch die Pipe lines und deren Certificates geleitet. Nur in den Belden- und Mecca-Districten wird das Oel (Rohöl und Raffinade) in Fässern und in kleineren Partien verkauft. Gleicherweise wird ein beträchtlicher Theil von den schweren Oelen in Franklin und ein kleiner Theil in Westvirginia und im südlichen Ohio, in den Smiths Ferry-District verkauft, wo das Oel von den Producenten an die Raffineure in Barrels überlassen [1]) wird.

Die Certificates der kleineren Pipe lines-Gesellschaften, der sogenannten „incorporated companies", werden mehr als Privatscheine behandelt, während jene der größeren Gesellschaften, wie der United Pipe lines und der Tidewater Pipe Company, den Charakter von Staatsscheinen haben und als solche im Verkehre sind.

Das Gesetz in Pennsylvanien verlangt, daß die Pipe lines, deren Certificates Handelspapiere sind, jeden Monat den Stand ihres Vermögens zu publiciren haben. Der folgende Auszug giebt ein Bild einer gesetzmäßig behandelten und den Verordnungen entsprechenden Bilanzirung des Vermögens einer Pipe lines-Gesellschaft.

Vermögensstand (Statement) der Tidewater Pipe Company (Limited).

1. Das Quantum des Rohöles, das sich Anfangs März 1881 bei obiger Gesellschaft als Depot befand, betrug 1 594 900 Barrels.

Die Quantität des Rohöles am Ende März 1881 war fast dieselbe wie Anfangs desselben Monates und ist sie, wie folgt, tabellarisch mit Angabe jedes einzelnen Tanks, der Namen der Besitzer und der Gegend verzeichnet.

---

[1]) J. F. Peckham: „Report on the Production, Technology and uses of Petroleum and its Products."

Bezeichnung des Tanks: Holz oder Eisen	Signirt	Nr.	Name der Besitzer	Lage	Barrels à 42 Gallonen gleich 180 Liter rund
Eisen	Tidewater Pipe Company limited	2	Tidewater Pipe Company limited	Otto Stadtgebiet, Mc Kean, County Pennsylvania	2 523 886
„	„ „ „ „	12	Knapp's Creek Oil Company limited	„ „ „ „ „ „	2 380 326
„	„ „ „ „	15	Hoyt and Emerson	„ „ „ „ „ „	2 560 853
„	„ „ „ „	15	„ „ „	„ „ „ „	145 969 510
Holz	„ „ „ „	1	„ „ „	Gibson's Point, Philadelphia, Pennsylvania	43 829
Eisen	„ „ „ „	63	„ „ „	„ „ „	311 968
„	„ „ „ „	66	„ „ „	Thurlow, Delaware County, Pennsylvania	2 988 466
„	„ „ „ „	67	„ „ „	„ „ „ „	2 811 448
				Gesammtölmenge in Tanks	159 590 286
				Abzug für Satz ꝛc.	3 390 397
				Nettogehalt von Oel in Tanks . .	156 199 889
	In 138 Tankwagen im Transitverkehr à 106·66 Barrels			zwischen Williamsport, Pennsylvania und Bayonne, New Yersey	1 471 908
	„ 28 „ „ „ à 106·66 „			zwischen Williamsport und Philadelphia, Pennsylvania	298 648
	„ 41 „ „ „ à 106·66 „			zwischen Philadelphia und Thurlow, Pennsylvania	437 306

Pipes in engl. Meilen 1 engl. Meile gleich 1609,3 m	Innere Lichte in Zoll 1 Zoll gleich 25,4 mm	Capacität pro Meile der Pipe lines in Barrels	Totalinhalt in Barrels	Effectiver Inhalt in Barrels
93,95	2·067	21 914	205 882	102 941
27,68	3·067	48 247	133 548	133 548
14,93	4·026	83 137	124 124	124 124
108,24	6·065	188 672	2 042 186	1 837 967
2,04	7·982	326 790	66 665	66 665
0,62	12·025	741 677	45 984	45 984

zusammen . . . . 2,3112·29

im Ganzen Barrels . . . . 1,607189·80

2. Das Quantum Rohöl, welches obige Gesellschaft im Laufe des Monates März 1881 übernommen hat, betrug 15,9874·51 Barrels.

3. Das Quantum Rohöl, welches die obige Gesellschaft im März 1881 übergeben hat, betrug 14,5699·68 Barrels.

4. Das Quantum Rohöl, welches die obige Gesellschaft verpflichtet war, im Laufe des Monats März an Corporationen, Compagnien ꝛc. zu liefern, betrug 1,607189·80 Barrels.

5. Geliefert auf Grund vorgelegter Certificates und anderer Scheine 1 325 400 Barrels.

6. Im Monat März 1881 wurde kein raffinirtes Petroleum in Verwahrung genommen; auch wurde in dieser Zeit kein Lieferungsvertrag mit irgend einer Raffinerie geschlossen.

D. B. Stewart,
B. F. Warren.

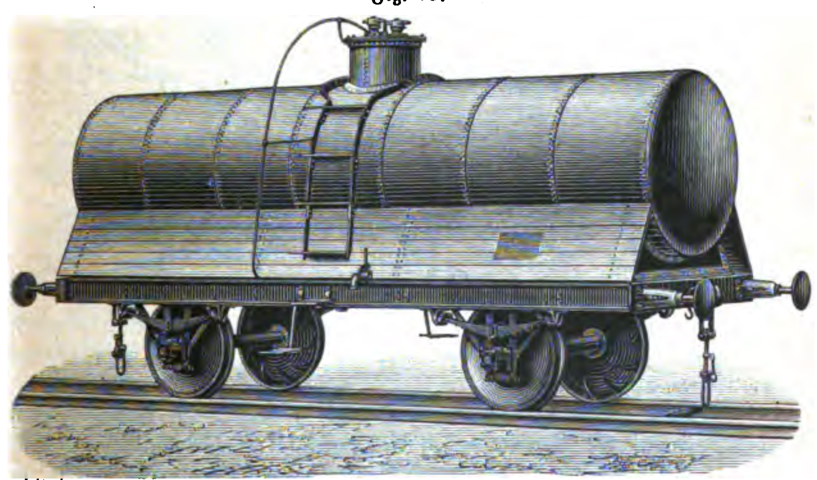
Es folgt dann die Bestätigung des Notars, in dessen Gegenwart die Herren Stewart und Warren die Richtigkeit dieser Angaben beschwören müssen.

Diese Publicationen bilden die genauesten Angaben über Gewinnung, Transport und Verwendung des Oeles und dienen als die zuverlässigsten Quellenangaben für die Statistik.

Tank cars.

Gleichzeitig mit den ersten Pipe lines entstanden in Amerika die ersten Kesselwagen (Tank cars). Schon im Jahre 1865 waren in der Oelregion

Fig. 75.



gewöhnliche flache Wagen in Verwendung, die zwei große Holztanks mit 9086 oder 18 172 Liter (2000 oder 4000 Gallonen) Inhalt trugen und in denen das Oel in die Raffinerien transportirt wurde. Diese Art des Transportes wurde alsbald in den Oelgegenden Galiziens und theilweise auch in Deutschland eingeführt. Gegenüber dem mühseligen und unpraktischen Transport in Fässern,

wie er früher in der Oelregion geübt wurde, mußten die Holztankwagen als wesentliche Verbesserung erscheinen. Mit den Jahren stellte es sich jedoch heraus, daß auch diese Form nicht genügen konnte; zu den bedeutenden Oelverlusten, wegen Undichtheit der Gefäße, gesellte sich der unangenehme Geruch des Rohöles,

Fig. 76.



der die Luft verpestete. Und so ging man 1871 zu den geschlossenen eisernen Kesselwaggons über[1]). In Fig. 75 (a. v. S.) ist die nunmehr gebräuchliche Form derselben dargestellt.

Sie bestehen aus einem liegenden Walzenkessel, welcher auf einem eisernen Untergestelle ruht. In Amerika haben die Kessel folgende Dimensionen, 8 m Länge, $1^1/_2$ m Durchmesser, sie sind mit einem Expansionsdome von 0,9 m im Durchmesser und 0,75 m Höhe versehen. Neben dem Expansionsdome befindet sich ein Mannloch, als Füllöffnung benutzt; hier wird das Oel aus den Vorrathsbehältern eingelassen. Das Mannloch wird während des Transportes mit einem eisernen Deckel geschlossen, der an eine am Kessel befindliche Flantsche

[1]) Henry's Early and Later History of Petroleum.

angeschraubt wird. Bei den neueren Kesselwaggons, wie sie speciell in Europa in Verwendung stehen, hat der Kessel eine Länge von 5,70 m, einen Durchmesser von 1,70 m und werden die Mannlöcher, die etwa $^1/_2$ m hoch sind, gleichzeitig als Expansionsdome benutzt. An dem untersten Punkte hat der Kessel einen beiderseitigen Abflußhahn, um auf jeder Seite das Abfüllen zu ermöglichen. Gleichzeitig befindet sich im Inneren des Waggons ein Ventil, das vom Mannloch zu reguliren ist und als Sicherheitsverschluß dient, wenn in unvorhergesehenen Fällen der Abflußhahn die Dienste versagt oder rinnt.

Ein solcher Kesselwaggon faßt 65 bis 85 Barrels, also ca. 132 hl Oel. Die Kesselwagen dieser Form haben sich ungeheuer rasch nicht allein in Amerika, sondern auch in ganz Europa verbreitet, ganz besonders aber im Kaukasus. In Amerika coursiren ca. 10 000 Kesselwagen, von den Brunnen sowie den Storage-Reservoirs, mit Rohöl in die Raffinerien und auch mit Raffinad weit und breit durch ganz Nord- und Südamerika. In Rußland beträgt die Zahl der Kesselwaggons jetzt über 4000, hiervon gehören ca. 2000 der Firma Nobel. Die Waggons coursiren in drei Regionen, aus denen sie weiter bis ins Ausland rollen. Es sind dies

1. die Rohöldistricte (Balachani, Sabuntschi &c.), von denen das Rohöl neben Pipe lines noch mit Tankwaggons entweder in die Raffinerien (Baku, Tschorny Gorodok) befördert wird, oder — und dies geschieht in größerem Maßstabe — nach dem Hafenplatze in Batum. Hier wird das Rohöl theilweise destillirt, gelangt in die Vorrathsbehälter und von hier in Tankschiffen nach den europäischen, speciell österreichischen Häfen.

2. Die zweite Region für die Tankwaggons umfaßt den Raffinadtransport von Baku nach Batum. Diese ist die am stärksten in Verwendung stehende Strecke, denn von hier entwickelt sich der große Handel mit dem Auslande durch Tankschiffe. Im Durchschnitt werden gegenwärtig von Baku nach Batum gegen 7000 Waggons per Monat transportirt. Im August und September 1889 erreichte die Waggonzahl die Höhe von 6613 und 6935 [1]).

3. Die nach Baku und Batum wichtigste Oelstation ist die an der Wolga liegende Stadt Tzaricin; hierher wird das Oel von Baku in Tankschiffen gebracht und in großen Reservoirs eingelagert. Von hier erfolgt die Verladung und der Transport in Tankwaggons, die ganz Rußland durchfahren, und zwar besonders nach Moskau, Petersburg, Riga, Warschau rollen, wo das Oel wieder in Reservoirs gepumpt wird, um dann ins Ausland nach Oesterreich-Ungarn und nach Deutschland gebracht zu werden.

In Fig. 76 zeigt die Karte deutlich das Vertheilungsnetz der Stationen und Verzweigung der Bahn, wie sie von Tzaricin als Knotenpunkt bis nach Centralrußland und an die Grenze geführt wird (siehe neuntes Capitel, Statistik).

Tankschiffe.

Gleich den Pipe lines haben auch die Tankschiffe im Transportwesen eine außerordentliche Umwälzung verursacht. Die hohe Fracht, die früher durch das

[1]) Oil Paint and Drug Reporter 1890, July 2.

Verschiffen des Oeles in Fässern oder auch in Blechcassetten auf Dampfern, Segelschiffen und Barken, die mit Schnelldampfern in die Häfen gebracht wurden, ist durch die Einrichtung der Tankdampfer und des Transportes von Oel in „Rinfusa" auf ein Minimum reducirt worden. Berücksichtigt man hierbei noch die Ersparniß an Fässern, deren Preis von Tag zu Tag im Steigen ist, und die Vermeidung von Leckage, die bei Fässern oft 10 Proc. der gesammten Oelmenge betrug, und faßt man noch die Zeitersparniß des Füllens und Entleerens der Fässer ins Auge, so wird man ohne Weiteres den Nutzen ermessen können, den die Tankschiffe im Dienste des Petroleumhandels leisten.

Schon im Jahre 1874 beschäftigten sich der Astrachanische Kaufmann Artemjeff sowie Ragosin und Schipoff mit dem Transport von Rohöl und Rückständen in Tankschiffen, allerdings in ganz primitiver Weise, in gewöhnlichen Holzschiffen (Barken), in deren Raum das Oel hineingebracht wurde. Das Wasser, das das Schiff von außen umhüllte, verhinderte ein stärkeres Durchdringen von Oel durch das Holz, das Oel wurde auch nicht höher als bis zum Wasserraum ins Schiff gefüllt, und auf dem Verdeck des Schiffes brachte man entweder noch Oel in Fässern an, oder es wurden eiserne Kessel aufgestellt, die mit Oel gefüllt wurden [1]). Diese Schiffsform (es waren Segler) verbreitete sich rasch auf dem Kaspischen Meere und an der Wolga. Aber begreiflich war es, daß diese Schiffe für einen sicheren Transport nicht genügen konnten. Trotz der äußeren Wasserhülle schweißte das Oel durch die Schiffsplanken durch, und der Transport war daher verlustreich, selbst Brände waren die unausweichliche Folge. Als Nobel im Jahre 1877 die erste Pipe lines legte, suchte er auch die primitive Transportweise zu verbessern. Er errichtete zunächst auf den Seglern und Barken, die Oel über das Kaspische Meer nach Astrachan und Tzaricin an der Wolga brachten, Cisternen, ganz ähnlich denen, wie man sie auf den Dampfern für die Aufbewahrung von Trinkwasser hatte, nur mit dem Unterschiede, daß erstere den ganzen Kielraum des Schiffes einnahmen. In diese Reservoirs wurde nunmehr das Oel gepumpt. Im selben Jahre bestellte er in Schweden einen Tankdampfer „Zoroaster" [2]). Dieses Schiff entsprach anfänglich nicht allen Anforderungen, doch durch verschiedene Verbesserungen, die Nobel an demselben anbrachte, ließ es sich aufs Beste verwerthen. So war er auch der erste, der, um das Durchsickern des Oeles in die Kessel und den Maschinenraum und Erwärmen des Oeles zu verhindern, die Kielräume von den Maschinenräumen durch Doppelwände trennte und diese mit Wasser füllte, welches fortwährend erneuert wurde. Wenn der Oelraum auch etwas leck ist, so kann das Oel nur ins Wasser gelangen, und da es leichter als letzteres ist, so steigt das Oel aufwärts. Am obersten Punkte sind Oeffnungen angebracht, und bei Zufuhr von Wasser fließt das Oel durch diese Oeffnungen heraus. So kann also durch die Wände in die Maschinenabtheilung bloß Wasser und kein Oel [3]) eindringen. Diese Einrichtung hat sich als außerordentlich praktisch erwiesen.

---

[1]) Victor Ragosin: „Naphta und die Naphtaindustrie", S. 312. — [2]) Memoiren der kaiserlich russischen technischen Gesellschaft 1889, Mai, S. 37. — [3]) Ebendaselbst S. 38.

In Fig. 77a (a. f. S.) sehen wir die Dimensionen und Construction eines Tankdampfers moderner Bauart, wie er auf den Werften Englands gebaut wird. In Fig. 77b (a. S. 87) ist eine Station (in Triest) und ein Tankdampfer im Momente des Entladens (Löschens) ersichtlich.

Unkenntniß und Ungewandtheit bei der Bedienung dieser Schiffe waren anfänglich die Ursachen vieler Unglücksfälle. So entstand beim Löschen eines in Tzaricin ankommenden Tankschiffes ein Brand, durch den nicht nur das Schiff mit dem Oel, sondern auch die Werkstätte des Tzaricinschen Lagers ein Raub der Flammen wurde.

Kurze Zeit darauf explodirte in Tzaricin das Tankschiff „Elisabeth", wobei einige Menschen verunglückten; bei diesem Unfall trug der Maschinist die Schuld, der das Oel aus dem Schiffe pumpte; er wollte sich überzeugen, ob das Schiff schon leer sei, stieg auf einer Leiter in den Kielraum hinab, wo er ein Licht anzündete, sofort erfolgte eine schreckliche Explosion, die mehreren Menschen das Leben kostete.

Diese Unglücksfälle lenkten die Aufmerksamkeit Nobel's auf die strenge Handhabung aller erdenklichen Vorsichtsmaßregeln und unterrichtete er besonders die Capitäne für diese Zwecke. Trotzdem explodirte ein Jahr später im Hafen von Baku der Tankdampfer „Nordschild" [1]) durch einen ähnlichen Zufall und ging auch ganz zu Grunde.

Diese Zufälle hatten eine große Theilnahmlosigkeit der Naphtaindustriellen an dieser Einrichtung im Gefolge, um so mehr, als ihre Interessen hierdurch sehr unangenehm berührt wurden und wie die Pipe lines viele Tausende von Fuhrleuten um ihren Verdienst brachten, und bei diesen den schrecklichsten Widerstand hervorriefen, so daß sich Nobel zum Schutze seiner Leitung genöthigt sah, bewaffnete Wachen in großer Zahl aufzustellen, so verursachte der Tankschiffstransport unter den Handwerkern, speciell unter den Bindern, große Entrüstung. Noch im Jahre 1888 hat der sich riesenhaft entwickelnde Tanktransport im Hafen Batum einen sehr ernsten Aufruhr der Binder hervorgerufen [2]).

Von allen diesen Schwierigkeiten unbeeinflußt, entwickelte sich der Tanktransport in gewaltigem Maßstabe zu seiner heutigen Höhe. Auf dem Kaspischen Meere befinden sich ca. 30 Tankschiffe und mehr als 70 im Mittelländischen und Atlantischen Meere [3]).

In ähnlicher Weise entwickelte sich auch der Tanktransport zwischen Amerika und Europa; besonders in Deutschland wurden speciell für diesen Zweck eingerichtete Dampfer gebaut. Bei den Engländern und auch bei den Amerikanern zum Theil standen bis in die letzte Zeit alte Dampfer in Verwendung, in deren Kielräume man bloß Cisternen anlegte. Viele Unglücksfälle, die durch diese primitive Form entstanden, wie die „Petriana"-Explosion in Liverpool im December 1887, wiesen darauf hin, daß bereits gebrauchte Dampfer für den Tanktransport nicht gut anwendbar seien, und daß es unerläßlich ist, keine freien Räume im Schiffsraume zu belassen, in die, durch das Leckwerden der Reservoirs, Oel oder auch nur Petroleum-

[1]) Memoiren der kaiserlich russischen technischen Gesellschaft 1889, Mai, S. 40. — [2]) Ebendaselbst S. 41. — [3]) Ebendaselbst S. 38.

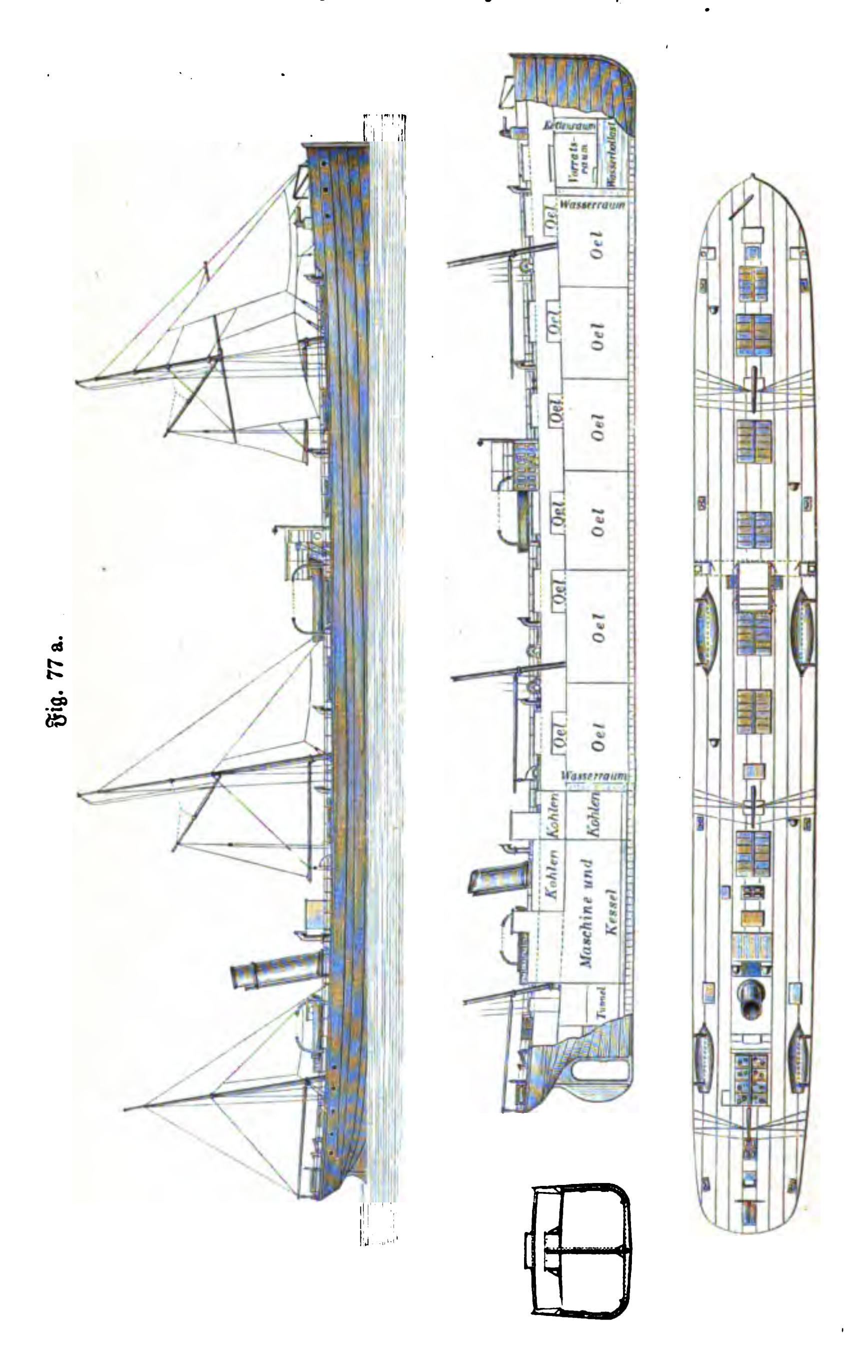

Kettenraum
Vorrats-raum
Wasserballast
Wasserraum
Oel
Oel
Oel
Oel
Oel
Oel
Oel
Oel
Oel
Oel
Oel
Oel
Wasserraum
Kohlen
Kohlen
Kohlen
Maschine und Kessel
Tunnel

Fig. 77 a.

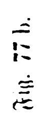


Fig. 77 b.

dämpfe eindringen können. Beim Umarbeiten alter Dampfer zu Tankagezwecken ist es fast unmöglich, solche Räume zu vermeiden. Die Firma Armstrong, Mitchell und Co., welche mehr als elf den Ocean durchfahrende Tanksteamer erbaute, construirt [1]) den obigen Anforderungen besonders entsprechende Tankschiffe.

Zur Controle der Dichtigkeit der Tanks hat Swan Tanks mit conischem Boden construirt. Diese bestehen aus einer Reihe von Tanks, welche durch einen der Länge nach gehenden Bretterverschlag getheilt sind und auf einem conisch geformten Wasserballastboden ruhen, so daß die Oeltanks in einer Art Wassermulde stehen, aus der das Oel vollständig und mit der größten Leichtigkeit abgezogen werden kann; hierdurch ist eine vollständige Ausführung der Sicherheitsbedingungen für die Tanks geschaffen. Rinnt ein Tank, so kann das Oel nur durch die Schiffswand in die See fließen oder in den conischen Wasserballastraum, der sich längs des Schiffbodens erstreckt und eine so große Wasserabtheilung bildet, daß ein Mann, von einem Ende des Schiffes zum anderen aufrecht gehend, jede Schweißung repariren kann, und genügt es, die conische Abtheilung mit Wasser zu füllen, um das Oel an der Oberfläche aufsteigen und durch Rohre (trunkways), die die Form von Kaminen haben, aufs Deck und von hier ins Meer fließen zu lassen. Auf diese Weise kann jede Oel- und Gasansammlung vermieden werden.

Ueber jedem Tank liegt im Zwischendeck der mit ihm communicirende Expansionstank, der nie ganz mit Petroleum gefüllt werden darf, damit sich das Oel bei jeder Temperatur ausdehnen kann, ohne die Wände zu sprengen. Die Zu- und Ableitungsröhren liegen auf der Sohle des Tanks; sie werden durch Ventile geschlossen, die vom Deck aus gehandhabt werden, und gestatten, daß jeder beliebige Tank allein beladen oder entleert werden kann.

Eine amerikanische Stahl- und Maschinenfabriksgesellschaft führt neuestens den Bau von Petroleumtankschiffen aus, die nach dem Patent Mac Dugall construirt werden und die künftige Basis eines neuen Petroleumtanktransportes bilden sollen, doch ist man noch nicht über die ersten Versuche hinausgeschritten. Diese Schiffe sollen als Schlepper gebaut werden; sie besitzen die Form einer Cigarre und ihr Verdeck ist ähnlich einem Walfischrücken gebaut.

Heute nimmt der Tanktransport — gegenüber dem Faßtransporte — mit jedem Tage ungemein zu. Die auf nebenstehender Seite angegebene, von der Firma Henry Funk und Co. in London zusammengestellte Einfuhrliste an Raffinad nach den Haupttransporthäfen Englands und Europas per 1888 und 1889 giebt ein getreues Bild des Wachsthumes des Tankverkehres zur See, der seither noch bedeutend zugenommen hat.

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich, hat der Tankverkehr den Faßtransport sowohl in England als auch auf den continentalen Importhäfen bei Weitem übertroffen.

England hat demnach im Jahre 1889 bei einer Gesammteinfuhr von 1 887 452 Barrels Raffinad 1 066 909 Barrels in Tanks aus Amerika und Rußland importirt, wogegen aus Amerika bloß 820 543 Barrels in Faßladung anlangten. Im Jahre 1888 hingegen wurden bei einer Zufuhr von 1 578 965 Barrels Raffinad 1 055 305 Barrels in Faßladungen importirt, wobei aus

[1]) Oil, Paint and Drug Reporter 1889, 11. Septbr., p. 27.

Statistik

über die progressiv fortschreitende Einfuhr russischer und amerikanischer Raffinaden in Tanks.

Die Zufuhr von amerikanischen und russischen Raffinaden in Tanks und in Barrels betrug pro 1889 und 1888:

	1889			1888			
	amerikanische	Raffinad	russische	amerikanische	Raffinad		russische
	in Barrels	in Tanks	in Tanks	in Barrels	in Tanks	in Barrels	in Tanks
A. Englische Häfen.							
London	390 870	167 902	446 743	533 063	3 500	5 675	346 875
Liverpool und Barrow . .	250 966	113 289	227 733	280 349	—	6 633	160 495
Bristol, Cardiff, Gloucester und Sharnen	138 307	—	58 715	178 672	—	7 058	—
New Castle und Shield . .	30 788	14 491	—	19 365	—	—	12 790
Belfast	9 612	—	38 036	21 990	—	2 500	—
	820 543	295 682	771 227	1 033 439	3 500	21 866	520 160
B. Continentale Petroleumimporthäfen.							
Hamburg	445 503	810 205	45 974	863 667	347 883	—	38 798
Bremen	37 204	1 109 317	24 038	187 506	614 966	—	38 295
Antwerpen	240 490	559 372	233 158	677 582	68 909	8 264	178 136
Rotterdam	151 590	515 638	—	329 742	142 563	—	—
	874 787	2 994 532	303 170	2 058 497	1 174 321	8 264	255 229

Petroleumtankages.

Werft	Fassungsraum Barrels	Eigenthümer
	London.	
Atlantic Werft	27 000	Gegenwärtig vermiethet.
Dudgeor's Werft	40 000	London Oil Storage Co. Limited.
Manhatta Werft	10 000	London Oil Storage Co. Limited.
Zu Purfleet	100 000	Anglo American Oil Co. Limited.
„ „	90 000	Tank Storage and Carriage Co. Limited.
Rowath's Werft	20 000	Davy and Goulden.
Thames Haven Werft	25 000	London and Thames Haven Petrol Werft.
	313 000	
	Liverpool.	
Zu Birkenhead	22 250	Liverpool Storage Co. Limited.
„ „	55 000	Anglo American Oil Co. Limited.
„ „	52 000	North West Petrol and Gen. Storage Co. Limited.
Zu Liverpool	107 250	Mersey Dock and Harbour Board.
	236 500	
	Barrow (Vertheilungsstation des Liverpooler Marktes).	
Zu Barrow in Furneß	50 000	Furness Railway Co.
„ „ „ „	50 000	Kerosene Co. Limited.
	100 000	
	Bristol.	
Zu Avonmouth	40 000	Bristol, South Wales and West of England Petrol and Storage Association Limited.
„ „	50 000	Anglo American Oil Co. Limited.
	90 000	
	Cardiff.	
Zu Roath	20 000	K. Johnston.
	Shields.	
Zu Shield	6 000	Anglo American Oil Co. Limited New Castle-on-Tyne.
„ „	25 000	Crichsons Oil Co. Limited New Castle-on-Tyne.
	31 000	
	Hull.	
Zu Hull	50 000	Anglo American Co. Limited.
	Belfast.	
Zu Belfast	20 000	Bessler Wachter and Co. London.
in Summa	859 500	

Rußland 523 660, aus Amerika bloß 3500 Barrels größtentheils in Tankschiffen eingeführt wurden. Es weist somit bei einer Gesammtimportsteigerung von 308 487 Barrels die Tankimportzunahme ein Plus von 543 249 Barrels auf, während der Barrelimport um 234 672 Barrels zurückging.

Noch weit auffallendere Ziffern zeigt der Import der continentalen Petroleumhäfen. Die Gesammteinfuhr im Jahre 1889 von 4 172 489 Barrels übertraf jene von 1888 um 676 678 Barrels. Hiervon kamen aus Rußland 3 297 712 Barrels (gegen 1 429 050), somit in Tankladung um 1 878 652 Barrels mehr als im Vorjahre, während beim Faßladungsimport von 874 787 Barrels aus Amerika (gegen 2 066 761) ein Rückgang um 1 791 974 Barrels zu verzeichnen ist [1]).

Diese, wie man sieht, außerordentliche Tanktransportentwickelung hat auch die Errichtung bedeutender Vorrathsbehälter in den Hafenstädten zur Folge gehabt. Ein Bild hierüber giebt die Tabelle a. S. 90, in welcher sämmtliche Tanklager in England eingetragen sind.

Schon ein flüchtiger Blick auf diese Tabelle zeigt, daß mit Ausnahme einiger privater Etablissements die größte Zahl der Tankanlagen von den öffentlichen Werften errichtet, wobei vermieden wurde, daß einzelne zu dieser kostspieligen Installation ihr Capital investiren mußten, während andererseits durch Zulassung einer freien Concurrenz der Consum seine Vortheile findet. Auch auf dem Continent schreitet die Zahl der Lagerplätze vorwärts. Die continentalen See- und wichtigsten Flußhäfen besitzen solche Reservoirs und der Petroleumverkehr nimmt heute von der Ursprungsquelle bis nahezu zum Endconsum seinen Verlauf in Reservoirs, während sich der Faßverkehr nur auf ganz begrenzte Consumplätze beschränkt.

Für das russische Petroleum ist der Hafen von Batum gegenwärtig der Hauptausfuhrpunkt; hier werden die Tankdampfer für das Ausland mit Rohwaare und Raffinade verladen. Zur Bergung der Vorräthe sind 70 enorme Reservoirs aus Eisen, die bis 7 000 000 Pud Naphta fassen können, aufgestellt [2]), und beträgt der jährliche Export von Naphta ins Ausland ca. 30 000 000 Pud, die fast ausschließlich in Tankschiffen verladen werden. Im Jahre 1889 [3]) waren 26 verschiedene Tankdampfer in Batum zur Verladung. Diese Dampfer oder wenigstens 25 darunter waren speciell für den russischen Handel gebaut und betrug der Gesammtinhalt dieser Schiffe 175 000 000 Gallonen, eigentlich viel zu groß für das Handelsbedürfniß (siehe neuntes Capitel, Statistik).

---

[1]) Chemiker- und Technikerzeitung 1890, Nr. 4, S. 112. — [2]) Ebendas. 1889, Nr. 20. — [3]) Report by Consular Agent Chambers of Batum. Oil Pains and Drug Reporter 1890, July 6, p. 9.

Drittes Capitel.

Das Rohöl.

In dem, den ersten Theil dieses Buches bildenden Buche von H. Höfer: „Erdöl und seine Verwandten", sind die Eigenschaften und die Entstehung des Erdöles ausführlich behandelt. Indem darauf verwiesen sei, soll hier nur dasjenige angeführt werden, was als ergänzend zu dem oben erwähnten Werke in der letzten Zeit über das Erdöl gearbeitet wurde, so insbesondere eine Reihe interessanter Versuche über den Ursprung des Erdöles.

Schon H. Höfer gelangt, neben Anführung der verschiedenen bis jetzt existirenden Hypothesen, aus geologischen Gründen zu dem Schlusse, daß das Erdöl animalischen Ursprungs sein müsse, und daß zu seiner Bildung die Thierreste früherer geologischer Epochen, insbesondere der Fische, Saurier, Korallenthiere, Tintenfische, Muscheln und anderer Weichthiere beigetragen haben. Dieser Ansicht, die allerdings schon früher von Leopold von Buch, Fraß, K. Müller, Wrigley, Whitney, Zinke, Hunt und Anderen ausgesprochen wurde, schloß sich auch C. Engler an, der durch eine Reihe werthvoller Versuche in dieser Richtung [1]) die Richtigkeit der Ansicht über die Entstehung des Erdöles aus animalischen Resten, auf chemischem Wege aufs Lichtvollste nachwies und begründete.

Nach verschiedenen Versuchen im Kleinen, die sich auf die Untersuchungen der Zersetzungsproducte von Fetten beim Erhitzen unter Druck bezogen haben, ging Engler zur Ausführung dieser Versuche im Großen über, deren Verlauf und Ergebniß hier in Kürze mitgetheilt werden soll.

Es wurden 492 kg Thran (vom Menhadenfisch, clupea Tyronn) in dem Apparat von Krey (R. P. Nr. 37 728) auf der Mineralölfabrik der Riebeck'schen Montanwerke in Webau der Druckdestillation unterworfen: Die Destillation begann bei einem Drucke von 10 Atm. und einer Temperatur von 320° C. und endete bei dem Drucke von 4 Atm. und einer Temperatur von 400° C. Man erhielt circa 60 Proc. Destillat von einem specifischen Gewicht 0,8105. Es

---

[1]) C. Engler: „Zur Bildung des Erdöles." Ber. d. deutsch. chem. Ges. 21, 1816; 22, 592. C. Engler und S. Seidner: „Ueber die Zersetzung der Fettstoffe beim Erhitzen unter Druck." Vergl. Dingl. polyt. Journ. 1889, 271.

besaß eine bräunliche Farbe mit grünlicher Fluorescenz und einen an Acroleïn erinnernden unangenehmen Geruch. An verseifbaren Theilen blieben noch gegen 5 Proc. zurück. Die Mengenbestimmungen der Einzelfractionen, nach der von Engler angegebenen Methode [1]) ausgeführt, ergaben:

	bis 125°	125 bis 150°	150 bis 175°	175 bis 200°	200 bis 225°
Kubikcentimeter	21,5	8,0	10	6	9,5
Gramm . . .	15,5	5,5	7,5	5	8

	bis 225 bis 250°	250 bis 275°	275 bis 300°	über 300°
Kubikcentimeter	10,5	11	10,5	13 } Rest
Gramm . . .	9	9	8,5	13 } Verlust,

also an Hauptfractionen:

	unter 150°	150 bis 300°	über 300°
Volumprocente	29,5	57,5	13
Gewichtsprocente . . .	25,9	58,0	16,1
Specifisches Gewicht .	0,712	0,817	—

Da eine Bestimmung der Gase im Krey'schen Apparate nicht durchführbar war, wurde zu diesem Zwecke eine Destillation in zugeschmolzenen Röhren gemacht, wobei sich durch Verlustbestimmung 8,9 Proc. Gase ergaben. Das aus dem Fischthran erhaltene Druckdestillat wurde nach Waschen mit Wasser und Reinigen mit Säure, um die ungesättigten und aromatischen Kohlenwasserstoffe und andere Beimengungen zu entfernen, einer mehrmaligen Destillation und nachher auch Fractionirung unterworfen und in den einzelnen Fractionen Pentan, Hexan, normales und secundäres Heptan, normales Octan, normales Nonan nach ihren charakteristischen Eigenschaften nachgewiesen.

Der Verlust des Destillates beim Behandeln mit englischer und auch rauchender Schwefelsäure betrug circa 37 Proc., und ließ sich daraus schließen, daß es Olefine und aromatische Kohlenwasserstoffe enthielt.

Wenn man aus einem Gemenge, welches Paraffinkohlenwasserstoffe, Olefine und Naphtene enthält, die Olefine durch englische Schwefelsäure entfernt, so werden specifisches Gewicht, Brechungsvermögen und Brechungsexponent des rückständigen Oeles sinken; wenn man aber dann mit rauchender Schwefelsäure auch die eventuell vorhandenen Naphtene herausnimmt, so werden wohl die beiden ersten Größen sinken, das specifische Brechungsvermögen muß sich aber heben, ein Verhalten, welches ausführlicher von Engler und Seidner studirt worden ist. Beim Fehlen der Naphtene bleibt letzteres unverändert oder sinkt. Dieses vorausgesetzt, hatten Engler und Seidner Resultate erhalten, die das Vorhandensein von Naphtenen in dem Thrandruckdestillat, wenn auch nur in geringen Mengen, als sehr wahrscheinlich erscheinen lassen.

Um aus dem Druckdestillat ein Leuchtöl darzustellen, wurde ersteres einer Destillation unterworfen und die Fractionen zwischen 140 bis 300° C. auf-

[1]) Siehe S. 103 und 242 sowie Chemische Industrie 1885, S. 44.

gefangen. Nach einer in gewöhnlicher Weise durchgeführten Raffination dieser Fraction erhielt man ein Product, welches von einem gewöhnlichen Handelspetroleum gar nicht zu unterscheiden war, und sämmtliche Eigenschaften eines guten Leuchtöles besaß. Das specifische Gewicht war 0,8025, der Entflammungspunkt lag bei 26,5° C., der mittlere Lichteffect war 13,2 (Brenner Schuster-Bär) und 9,2 (Brenner Wild und Wessel) ꝛc.

Da es bekannt ist, daß der Fischthran seiner Hauptmenge nach aus Trioleïn besteht, wurde zur Erlangung einer Controle letzteres auf synthetischem Wege hergestellt und alsdann einer ähnlichen Druckdestillation unterworfen, wobei Resultate erhalten wurden, die mit jenen, mit dem Fischthran erhaltenen ganz übereinstimmten.

Um noch einen Einblick in das Verhalten der Gesammtthiersubstanz und nicht nur der Fette bei der Destillation unter Ueberdruck zu erlangen, hatte dann Engler in der schon früher genannten Oehlrich'schen Raffinerie Seethiere, getrocknete Fische und Pfahlmuscheln bei einem Drucke von 16 Atmosphären der Destillation unterworfen.

Die erhaltenen Destillate sind jedoch in ihrer ganzen Zusammensetzung so sehr vom Erdöl verschieden, daß kein Zweifel besteht, daß sich das Erdöl nur in der Weise bilden konnte, daß angesammelte Massen von Thierleibern zunächst einen Fäulnißproceß durchmachten, durch welchen die stickstoffhaltige Substanz vernichtet, beseitigt und das Fett allein zurückgelassen wurde, welches dann unter dem Einflusse späterer Epochen durch Druck und Wärme oder vielleicht durch ersteren allein, in das Erdöl umgewandelt wurde. Daß das Erdöl nicht vegetabilischen Ursprunges sei, beweist die Abwesenheit von kohligem Rückstande in den Fundstätten des Erdöles, was unbedingt der Fall wäre, wenn das Erdöl direct oder indirect aus Pflanzenresten entstanden wäre; denn nehmen wir als Repräsentanten der Erdölrohmaterialien die Cellulose, ($C_6H_{10}O_5$), an, so würde, bei einer Zusammensetzung derselben von 44,4 Proc. Kohlenstoff, 6,2 Proc. Wasserstoff und 49,4 Proc. Sauerstoff, bei Austritt von nur einem kleinen Theil der Elementarstoffe unter Bildung von Wasser ein Rest hinterbleiben, der so arm an Wasserstoff und so reich an Kohlenstoff wäre, daß ohne Kohlenstoffausscheidung an eine Bildung gesättigter Kohlenwasserstoffe oder auch nur Kohlenwasserstoffe der Reihe C_nH_{2n} nicht mehr zu denken wäre. — Ganz anders ist es bei den Thierfetten, oder den durch Glycerinabspaltung entstandenen Fettsäuren. Eliminirt man aus letzteren den Gesammtsauerstoff mit dem dazu gehörigen Wasserstoff als Wasser, so hinterbleiben Kohlenstoff und Wasserstoff noch immer in einem Verhältnisse (rund 87 Proc. Kohlenstoff und 13 Proc. Wasserstoff), welches der Gesammtzusammensetzung unserer rohen Erdöle auffallend nahe steht.

Aus diesen Betrachtungen ergiebt sich, warum in Verbindung mit den Erdöllagern gewöhnlich auch keine kohligen Reste gefunden werden.

Von seinen classischen Versuchen ausgehend, wies Engler nach, daß sich das Erdöl in der Weise gebildet haben konnte, daß nach dem Verwesen der Seethierleiber ihre gesammten stickstoffhaltigen, organischen Stoffe ꝛc. vernichtet wur-

den, wobei der Stickstoff in Form von Ammoniak oder Ammoniumsalzen weggeschafft wurde, und nur die Fettstoffe, hauptsächlich aus dem Trioleat, dem Tristearat und Tripalmitat des Glycerins bestehend, zurückblieben. Dieses Fett erlitt unter dem Drucke der auflagernden Sedimentärschichten, vielleicht auch durch die bei der Verwesung sich bildenden Gase und durch die Wärme eine anfängliche Spaltung in die Säuren (Oelsäure, Stearinsäure und Palmitinsäure) und in Glycerin, welches als solches, oder in Acroleïn umgewandelt, weggewaschen wurde. Die Fettsäuren, unter dem gleichen Drucke und der Wärme befindlich, zersetzten sich schließlich unter Bildung von Kohlenwasserstoffen und Wasser. Das Auftreten von Kohlensäure und Kohlenoxyd bei seinen Druckdestillationsversuchen betrachtet Engler nur als eine nebensächliche (weil diese Gase im Erdöl und in den dasselbe begleitenden Gasen nur in geringen Spuren vorkommen), dagegen das Auftreten von Wasser als eine hauptsächliche Erscheinung. Je weniger Kohlensäure und Kohlenoxyd sich bilden, um so regelmäßiger verläuft nach Engler der Proceß der Fettsäureumwandlung in Erdöl.

Von den Resultaten der Engler'schen Versuche ausgehend, läßt sich der Hydrocarbirungsproceß aus den Fettsäuren auch in veränderter Form erklären.

Die Ueberführung der Fettsäureglyceride in die Kohlenwasserstoffe des Petroleums konnte auch in der Weise vor sich gegangen sein, daß die Fette unter Druck eine Zerlegung in Glycerin und Fettsäuren erlitten. Das Glycerin zunächst zersetzte sich in Acroleïn und Wasser. Das Acroleïn condensirte sich zu Benzol bei gleichzeitiger Wasserabspaltung, eine Reaction, die für die Aldehyde und Ketone charakteristisch ist. Die Fettsäuren dagegen erlitten eine weitgehende Spaltung in Kohlenwasserstoffe und Kohlensäure. Die ersteren dissociirten unter dem herrschenden Druck und der Wärme, wobei die dem Petroleum charakteristischen Kohlenwasserstoffe gebildet wurden. Das zweite Spaltungsprodukt der Fettsäuren, die Kohlensäure, wurde durch die während der Dissociation der Kohlenwasserstoffe, im statu nascendi befindlichen Wasserstoffmoleküle und flüchtigsten Kohlenwasserstoffe unter Bildung von Kohlenoxyd reducirt, so daß das Auftreten von Kohlensäure und Kohlenoxyd sowohl in der Natur als auch bei den Versuchen Engler's als ein unbedingter Factor der Erdölbildung aus den Fetten zu betrachten ist. Das theilweise oder gänzliche Fehlen dieser Gase in dem natürlichen Erdölgas läßt sich nur darauf zurückführen, daß sie von den, das Erdöl umgebenden Erdmassen, Erdalkalien 2c., unter Umwandlung in die Carbonate sicherlich aufgenommen wurden.

Durch Engler's Versuche ist es zweifellos, daß das Erdöl seine Bildung animalischen Resten zu danken hat, die einem hohen Drucke und einer nicht sehr hohen Temperatur unterworfen waren. Mit Bezug auf die verschiedene chemische Zusammensetzung der Roherdöle der Natur ist es wahrscheinlich, daß die beiden Factoren Druck und Temperatur bei der Bildung der Erdöle in verschiedenen Verhältnissen zu einander gestanden haben müssen, einmal muß die Temperatur, das andere Mal der Druck überwogen haben. Aus den Arbeiten von Berthelot[1]),

[1]) Jahresber. 1868, S. 35.

dämpfe eindringen können. Beim Umarbeiten alter Dampfer zu Tankagezwecken ist es fast unmöglich, solche Räume zu vermeiden. Die Firma Armstrong, Mitchell und Co., welche mehr als elf den Ocean durchfahrende Tanksteamer erbaute, construirt [1]) den obigen Anforderungen besonders entsprechende Tankschiffe.

Zur Controle der Dichtigkeit der Tanks hat Swan Tanks mit conischem Boden construirt. Diese bestehen aus einer Reihe von Tanks, welche durch einen der Länge nach gehenden Bretterverschlag getheilt sind und auf einem conisch geformten Wasserballastboden ruhen, so daß die Oeltanks in einer Art Wassermulde stehen, aus der das Oel vollständig und mit der größten Leichtigkeit abgezogen werden kann; hierdurch ist eine vollständige Ausführung der Sicherheitsbedingungen für die Tanks geschaffen. Rinnt ein Tank, so kann das Oel nur durch die Schiffswand in die See fließen oder in den conischen Wasserballastraum, der sich längs des Schiffbodens erstreckt und eine so große Wasserabtheilung bildet, daß ein Mann, von einem Ende des Schiffes zum anderen aufrecht gehend, jede Schweißung repariren kann, und genügt es, die conische Abtheilung mit Wasser zu füllen, um das Oel an der Oberfläche aufsteigen und durch Rohre (trunkways), die die Form von Kaminen haben, aufs Deck und von hier ins Meer fließen zu lassen. Auf diese Weise kann jede Oel- und Gasansammlung vermieden werden.

Ueber jedem Tank liegt im Zwischendeck der mit ihm communicirende Expansionstank, der nie ganz mit Petroleum gefüllt werden darf, damit sich das Oel bei jeder Temperatur ausdehnen kann, ohne die Wände zu sprengen. Die Zu- und Ableitungsröhren liegen auf der Sohle des Tanks; sie werden durch Ventile geschlossen, die vom Deck aus gehandhabt werden, und gestatten, daß jeder beliebige Tank allein beladen oder entleert werden kann.

Eine amerikanische Stahl- und Maschinenfabriksgesellschaft führt neuestens den Bau von Petroleumtankschiffen aus, die nach dem Patent Mac Dugall construirt werden und die künftige Basis eines neuen Petroleumtanktransportes bilden sollen, doch ist man noch nicht über die ersten Versuche hinausgeschritten. Diese Schiffe sollen als Schlepper gebaut werden; sie besitzen die Form einer Cigarre und ihr Verdeck ist ähnlich einem Walfischrücken gebaut.

Heute nimmt der Tanktransport — gegenüber dem Faßtransporte — mit jedem Tage ungemein zu. Die auf nebenstehender Seite angegebene, von der Firma Henry Funk und Co. in London zusammengestellte Einfuhrliste an Raffinad nach den Haupttransporthäfen Englands und Europas per 1888 und 1889 giebt ein getreues Bild des Wachsthumes des Tankverkehres zur See, der seither noch bedeutend zugenommen hat.

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich, hat der Tankverkehr den Faßtransport sowohl in England als auch auf den continentalen Importhäfen bei Weitem übertroffen.

England hat demnach im Jahre 1889 bei einer Gesammteinfuhr von 1 887 452 Barrels Raffinad 1 066 909 Barrels in Tanks aus Amerika und Rußland importirt, wogegen aus Amerika bloß 820 543 Barrels in Faßladung anlangten. Im Jahre 1888 hingegen wurden bei einer Zufuhr von 1 578 965 Barrels Raffinad 1 055 305 Barrels in Faßladungen importirt, wobei aus

[1]) Oil, Paint and Drug Reporter 1889, 11. Septbr., p. 27.

Statistik

über die progressiv fortschreitende Einfuhr russischer und amerikanischer Raffinaden in Tanks.

Die Zufuhr von amerikanischen und russischen Raffinaden in Tanks und in Barrels betrug pro 1889 und 1888:

	1889			1888			
	amerikanische Raffinad		russische Raffinad	amerikanische Raffinad		russische Raffinad	
	in Barrels	in Tanks	in Tanks	in Barrels	in Tanks	in Barrels	in Tanks
A. Englische Häfen.							
London	390 870	167 902	446 743	533 063	3 500	5 675	346 875
Liverpool und Barrow . .	250 966	113 289	227 733	280 349	—	6 633	160 495
Bristol, Cardiff, Gloucester und Sharnen	138 307	—	58 715	178 672	—	7 058	—
New Castle und Shield . .	30 788	14 491	—	19 365	—	—	12 790
Belfast	9 612	—	38 036	21 990	—	2 500	—
	820 543	295 682	771 227	1 033 439	3 500	21 866	520 160
B. Continentale Petroleumimporthäfen.							
Hamburg	445 503	810 205	45 974	863 667	347 883	—	38 798
Bremen	37 204	1 109 317	24 038	187 506	614 966	—	38 295
Antwerpen	240 490	559 372	233 158	677 582	68 909	8 264	178 136
Rotterdam	151 590	515 638	—	329 742	142 563	—	—
	874 787	2 994 532	303 170	2 058 497	1 174 321	8 264	255 229

Petroleumtankages.

Werft	Fassungsraum Barrels	Eigenthümer
	London.	
Atlantic Werft	27 000	Gegenwärtig vermiethet.
Dudgeor's Werft	40 000	London Oil Storage Co. Limited.
Manhatta Werft	10 000	London Oil Storage Co. Limited.
Zu Purfleet	100 000	Anglo American Oil Co. Limited.
" "	90 000	Tank Storage and Carriage Co. Limited.
Rowath's Werft	20 000	Davy and Goulden.
Thames Haven Werft	25 000	London and Thames Haven Petrol Werft.
	313 000	
	Liverpool.	
Zu Birkenhead	22 250	Liverpool Storage Co. Limited.
" "	55 000	Anglo American Oil Co. Limited.
" "	52 000	North West Petrol and Gen. Storage Co. Limited.
Zu Liverpool	107 250	Mersey Dock and Harbour Board.
	236 500	
Barrow	**(Vertheilungsstation des Liverpooler Marktes).**	
Zu Barrow in Furneß	50 000	Furness Railway Co.
" " " "	50 000	Kerosene Co. Limited.
	100 000	
	Bristol.	
Zu Avonmouth	40 000	Bristol, South Wales and West of England Petrol and Storage Association Limited.
" "	50 000	Anglo American Oil Co. Limited.
	90 000	
	Cardiff.	
Zu Roath	20 000	K. Johnston.
	Shields.	
Zu Shield	6 000	Anglo American Oil Co. Limited New Castle-on-Tyne.
" "	25 000	Crichsons Oil Co. Limited New Castle-on-Tyne.
	31 000	
	Hull.	
Zu Hull	50 000	Anglo American Co. Limited.
	Belfast.	
Zu Belfast	20 000	Bessler Wachter and Co. London.
in Summa	859 500	

Rußland 523 660, aus Amerika bloß 3500 Barrels größtentheils in Tankschiffen eingeführt wurden. Es weist somit bei einer Gesammtimportsteigerung von 308 487 Barrels die Tankimportzunahme ein Plus von 543 249 Barrels auf, während der Barrelimport um 234 672 Barrels zurückging.

Noch weit auffallendere Ziffern zeigt der Import der continentalen Petroleumhäfen. Die Gesammteinfuhr im Jahre 1889 von 4 172 489 Barrels übertraf jene von 1888 um 676 678 Barrels. Hiervon kamen aus Rußland 3 297 712 Barrels (gegen 1 429 050), somit in Tankladung um 1 878 652 Barrels mehr als im Vorjahre, während beim Faßladungsimport von 874 787 Barrels aus Amerika (gegen 2 066 761) ein Rückgang um 1 791 974 Barrels zu verzeichnen ist [1]).

Diese, wie man sieht, außerordentliche Tanktransportentwickelung hat auch die Errichtung bedeutender Vorrathsbehälter in den Hafenstädten zur Folge gehabt. Ein Bild hierüber giebt die Tabelle a. S. 90, in welcher sämmtliche Tanklager in England eingetragen sind.

Schon ein flüchtiger Blick auf diese Tabelle zeigt, daß mit Ausnahme einiger privater Etablissements die größte Zahl der Tankanlagen von den öffentlichen Werften errichtet, wobei vermieden wurde, daß einzelne zu dieser kostspieligen Installation ihr Capital investiren mußten, während andererseits durch Zulassung einer freien Concurrenz der Consum seine Vortheile findet. Auch auf dem Continent schreitet die Zahl der Lagerplätze vorwärts. Die continentalen See- und wichtigsten Flußhäfen besitzen solche Reservoirs und der Petroleumverkehr nimmt heute von der Ursprungsquelle bis nahezu zum Endconsum seinen Verlauf in Reservoirs, während sich der Faßverkehr nur auf ganz begrenzte Consumplätze beschränkt.

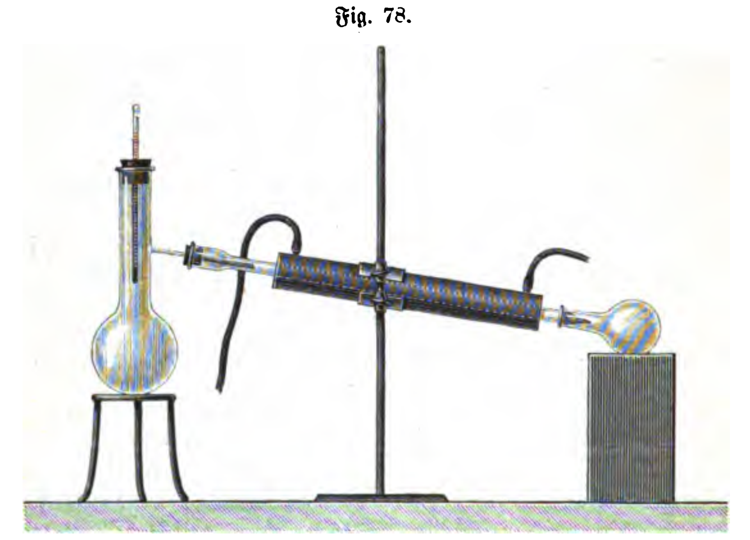
Für das russische Petroleum ist der Hafen von Batum gegenwärtig der Hauptausfuhrpunkt; hier werden die Tankdampfer für das Ausland mit Rohwaare und Raffinade verladen. Zur Bergung der Vorräthe sind 70 enorme Reservoirs aus Eisen, die bis 7 000 000 Pud Naphta fassen können, aufgestellt [2]), und beträgt der jährliche Export von Naphta ins Ausland ca. 30 000 000 Pud, die fast ausschließlich in Tankschiffen verladen werden. Im Jahre 1889 [3]) waren 26 verschiedene Tankdampfer in Batum zur Verladung. Diese Dampfer oder wenigstens 25 darunter waren speciell für den russischen Handel gebaut und betrug der Gesammtinhalt dieser Schiffe 175 000 000 Gallonen, eigentlich viel zu groß für das Handelsbedürfniß (siehe neuntes Capitel, Statistik).

---

[1]) Chemiker- und Technikerzeitung 1890, Nr. 4, S. 112. — [2]) Ebendas. 1889, Nr. 20. — [3]) Report by Consular Agent Chambers of Batum. Oil Pains and Drug Reporter 1890, July 6, p. 9.

einfachste ist die in Fig. 78 ersichtliche. Der Destillationskolben, welcher mit der zu destillirenden Flüssigkeit gefüllt wird, ist durch ein seitwärts an dem Halse

Fig. 78.



angebrachtes Rohr entweder direct mit einem Liebig'schen Kühler verbunden, wie in der Abbildung, oder es befindet sich auf dem Destillationskolben ein Röhrenansatz mit einer, zwei oder mehreren kugelförmigen Erweiterungen. Von diesem Röhrenansatz, an dem ein Thermometer angebracht ist, geht seitwärts ein Röhrchen zur Kühlvorrichtung, in der sich die Dämpfe condensiren, um in der Vorlage aufgefangen zu werden. Der Röhrenansatz mit den kugelförmigen Erweiterungen hat den Zweck, die schwerer flüchtigen, in diesen Kugeln sich verdichtenden Flüssigkeiten, die sonst mit den leicht flüchtigen Theilen mitgerissen würden, zu zwingen, in den Kolben zurückzufließen und nur die, der Temperatur entsprechenden flüchtigen Theile durch das seitwärts angebrachte Rohr entweichen zu lassen und auf diese Weise eine durch Dephlegmation gut zu erzielende Trennung der einzelnen Theile zu ermöglichen.

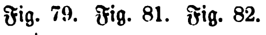


Fig. 79. Fig. 81. Fig. 82.

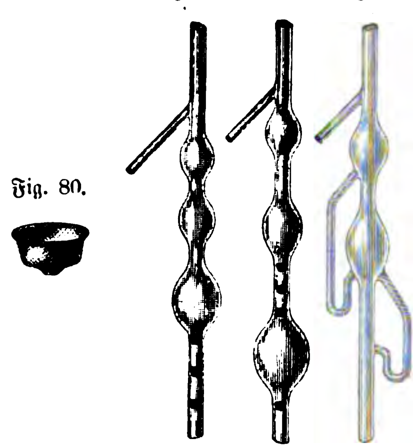


Fig. 80.

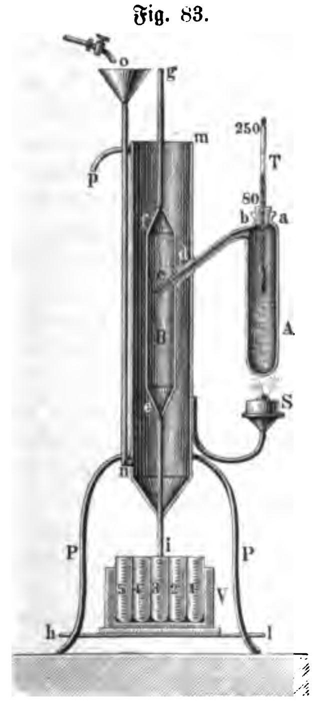
Linnemann hat diese Methode mit dem gewöhnlichen Aufsatze verbessert, indem er in die weite Röhre Fig. 79, in der die Dämpfe aufsteigen, fünf bis acht kleine Näpfchen aus Platindrahtnetz, Fig. 80, bringt und zwar acht für Flüssig=

keiten, deren Siedepunkt unter 150° C., sechs, deren Siedepunkt bis etwa 180° C., fünf, deren Siedepunkt bis 250° C. steigt; ganz ähnlich ist die Le Bel'sche Anordnung in Fig. 81.

In diesen Näpfchen sowie in den Kugeln verdichtet sich mehr Flüssigkeit, als durch die Maschen durchfließen kann; die Dämpfe werden so gewaschen und kommen successive mit Flüssigkeitsschichten in Berührung, deren Temperatur stets eine niedrigere ist, so daß nur die allerflüchtigsten Theile in den Kühler gelangen können.

Da sich bei Anordnung dieses Apparates die Röhre und die Kugeln allmälig mit Flüssigkeit füllen, und sich da aller Dampf verdichtet, muß von Zeit zu Zeit die Flamme entfernt werden, damit die Flüssigkeit wieder zurückfließt. Zweckmäßiger ist es, um den Gang der Destillation nicht zu verlangsamen, den Henningeraufsatz, Fig. 82, anzuwenden, in welchem ebenfalls Näpfchen oder Ballen von Platindrahtnetz angebracht sind; durch die seitlichen Röhrchen fließt aber die verdichtete Flüssigkeit zurück. Das Dephlegmationsrohr wird im weiteren Verlaufe der Destillation zur Beschränkung der Wärmestrahlung mit einem Blechmantel umgeben, dessen Einrichtung es ermöglicht, dem innerhalb des Mantels aufsteigenden heißen Luftstrome den Abzug nach oben allmälig abzuschneiden, so daß die Luft, welche das Dephlegmationsrohr umgiebt, immer höher erhitzt wird. Mittelst dieser Apparate (von Linnemann, Le Bel, Henninger) wird nicht nur eine genügende Scheidung der verschiedenen Fractionen erreicht, sondern es werden auch, und was hier von besonderer Wichtigkeit ist, bei Parallelbestimmungen ganz übereinstimmende Resultate erzielt.

Fig. 83.



In Frankreich steht der für Zollämter gebräuchliche Apparat von Regnault, Fig. 83, in Verwendung. *A* ist ein kleiner Kupfercylinder, der bei *b* ein abwärts gebogenes Ansatzrohr hat, welches in den aus Messing gefertigten Condensator *B* geht, der nach oben und unten in zwei enge Metallröhren *g* und *i* ausläuft. Der Condensator ist in dem Metallcylinder *f* befestigt, der zum Aufnehmen und Ablassen des Wassers als Kühler zur Wassererneuerung eingerichtet ist. Der Dreifuß *P*, auf welchem der Apparat befestigt ist, trägt ein horizontales Brett *h l* zum Bewegen des Gestelles *V*, das fünf neben einander stehende, in Cubikcentimeter eingetheilte Cylinder trägt. Ein jeder der graduirten Cylinder (1, 2, 3, 4, 5) läßt sich unter die Mündung *i* des Condensators *B* bringen. 100 ccm des zu

prüfenden Oeles werden durch den Tubus *a* in den Cylinder eingelassen, der nur bis zu ein Drittel gefüllt sein darf. Hierauf wird ein Thermometer *T* so in dem Tubus befestigt, daß es nicht in die Flüssigkeit taucht, sondern seine Kugel nahe dem Abzugsrohre zu liegen kommt; endlich wird der Cylinder *A* mittelst einer Gas- oder Weingeistlampe erhitzt.

Die in dem Rohproduct enthaltenen Oele sieden bei verschiedenen Temperaturen und können z. B. eingetheilt werden in die Fractionen,

die unter	150° C.			destilliren,
„ bei	150 bis	180° C.		„
„ „	180 „	210° „		„
„ „	210 „	240° „		„
„ „	240 „	270° „		„

Das Gestell wird nun so gerückt, daß die Röhre Nr. 1 unter die Ausflußöffnung kommt, während die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt wird. So lange die Temperatur 150° nicht überschreitet, wird das Destillat im Röhrchen Nr. 1 aufgefangen, zwischen 150 bis 180° im Röhrchen Nr. 2 u. s. f., bis endlich bei einer Temperatur von 240 bis 270° C. die Röhre Nr. 5 unter die Ausflußöffnung kommt.

Die Volumina der Oele in einem jeden der fünf graduirten Cylinder werden notirt und die erhaltenen Volumina als die entsprechenden Gewichte in dem ursprünglichen Oelgemische betrachtet; es ist dies wohl eine ungenaue Methode, da die specifischen Gewichte und Volumina in ihrem Verhalten je nach den Fractionen variiren, doch ist dieser Fehler für technische Untersuchungen nicht bedeutend.

Die Verschiedenheit der Gefäße, Dephlegmatoren und endlich der Methoden haben Ungleichheiten der Destillationsresultate zur Folge.

Zur Schaffung einer einheitlichen Destillationsmethode schlug C. Engler einen von ihm für Destillationsversuche construirten Apparat [1]) vor, der compendiös ist und für Laboratoriumszwecke sehr gute Dienste leistet. Der Apparat (Fig. 84) stellt ein gewöhnliches rundes Siedekölbchen *A* von 6,5 cm Durchmesser, 1,5 cm weitem und 15 cm langem Halse vor; die Höhe des Entbindungsrohres für die Dämpfe über dem obersten Theile des Kölbchens beträgt 6,5 cm; als Kühlapparat dient das 1 cm weite und im Ganzen 45 cm lange Kupferrohr *b*, zur Aufnahme der Destillate, die von Thörner vorgeschlagene Glashahnbürette *c*, von außen durch den Wasserbehälter *B* gekühlt. Hierbei können die Fractionen auch leicht gemessen und in dem untergestellten Kölbchen *C* gewogen werden. Für jede Destillation werden 100 ccm Oel genommen und so rasch destillirt, daß per Minute 2 bis 2,5 ccm übergehen. Bei jedesmaligem Erreichen eines Fractionspunktes wird die Lampe weggenommen, das Thermometer um mindestens 20° sinken gelassen und bis zum selben Fractionspunkte so lange wieder erhitzt, als noch merkliche Mengen übergehen.

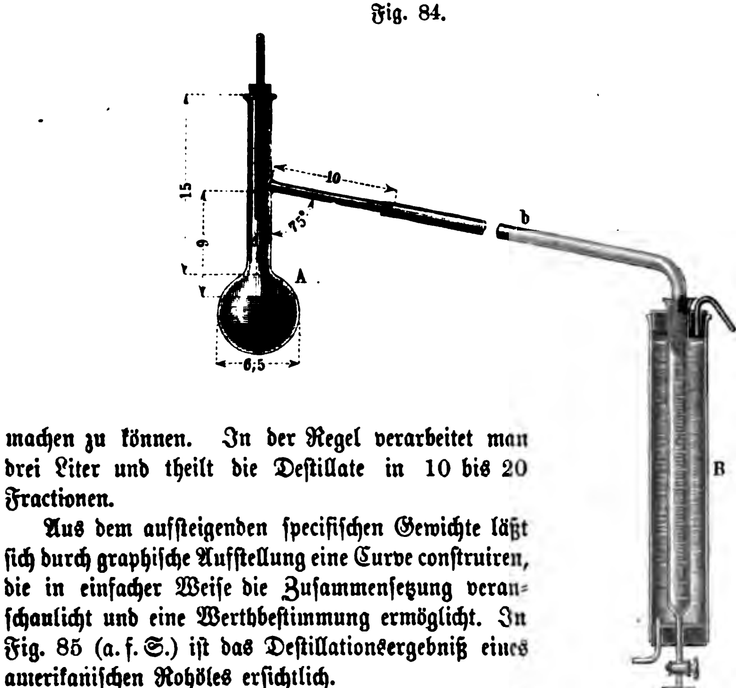
Die Ergebnisse der Untersuchungen, durch Engler bei stets gleichen Verhältnissen an verschiedenen Oelsorten mit seinem Apparate ausgeführt, sind in dem Werke von Höfer (I. Theil, S. 162) zu ersehen.

---

[1]) Chemikerzeitung 1886, S. 1238 und „Das deutsche Erdöl“ von C. Engler. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes 1887, 9, 644.

In den Fabrikslaboratorien müssen neben den Normaldestillationen, die nur mit kleinen Mengen ausgeführt werden können, auch größere Rohölmengen fractionirt werden, um Raffinirversuche, Zündpunktbestimmungen ꝛc. der Destillate

Fig. 84.



machen zu können. In der Regel verarbeitet man drei Liter und theilt die Destillate in 10 bis 20 Fractionen.

Aus dem aufsteigenden specifischen Gewichte läßt sich durch graphische Aufstellung eine Curve construiren, die in einfacher Weise die Zusammensetzung veranschaulicht und eine Werthbestimmung ermöglicht. In Fig. 85 (a. f. S.) ist das Destillationsergebniß eines amerikanischen Rohöles ersichtlich.

Die Vergleichung solcher Curven läßt sich jedoch nur mit Rohölen gleicher Provenienz durchführen, da je nach der chemischen Natur und Constitution der Oele die Differenz der specifischen Gewichte und damit auch die Form der Curven eine verschiedene sein kann.

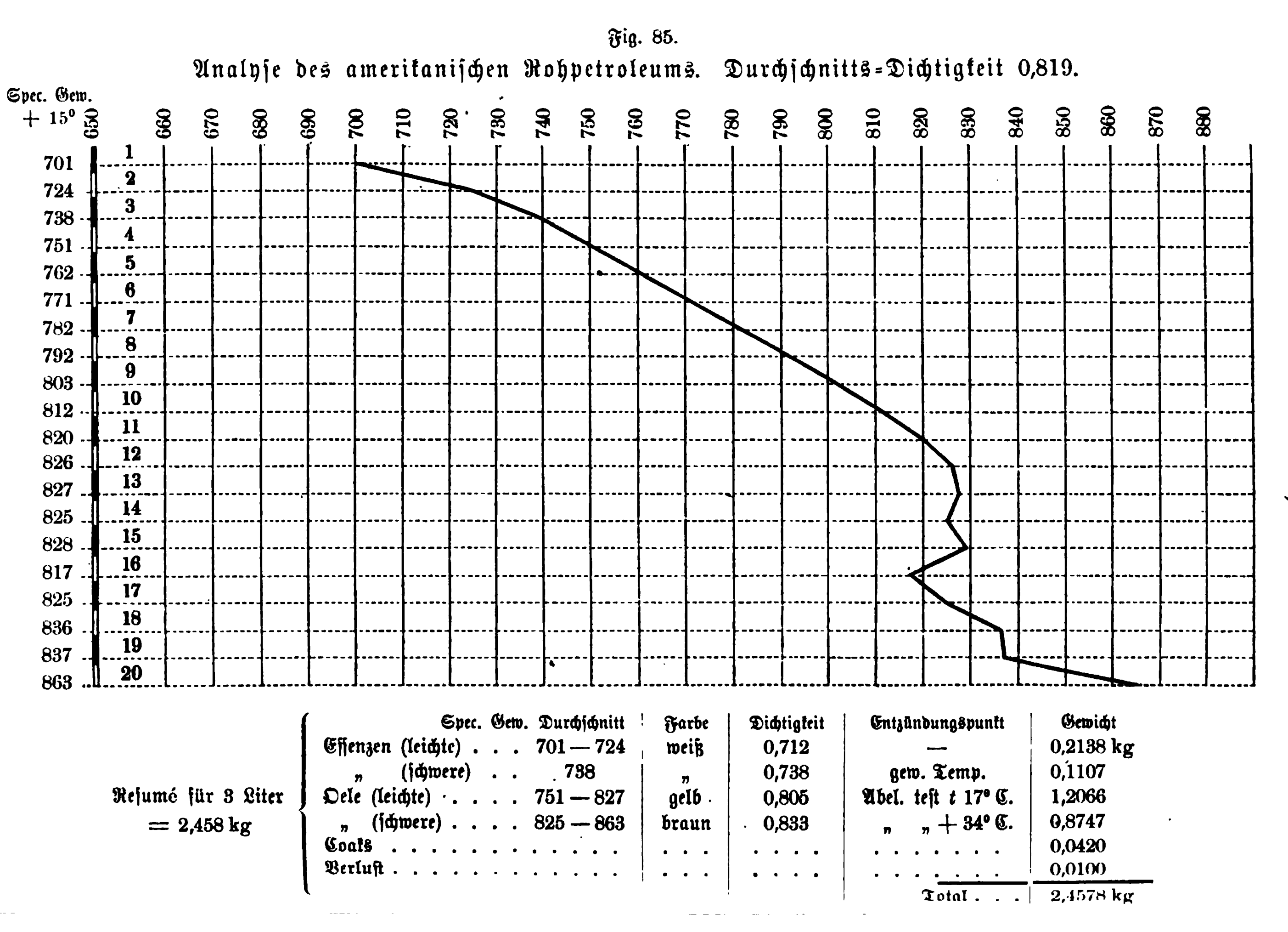
In vielen Fällen ist die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Fractionen allein nicht maßgebend, und muß auch die Temperatur, bei welcher die einzelnen Fractionen geschieden werden, besonders berücksichtigt werden. Es ist dies ein Umstand, der bei der Engler'schen Normaldestillationsbestimmung vollauf gewürdigt wird. Die Constatirung der Grenztemperaturen, zwischen welchen die einzelnen Fractionen zu liegen haben, ist keine einfache, und neben der richtigen Wahl des Destillirgefäßes ist auch die Stellung des Thermometers in demselben ausschlaggebend. Bei besonders genauer Feststellung der Temperatur muß auch jene Thermometercorrectur durchgeführt werden, die durch die niedrigere Temperatur des aus dem Gefäß herausragenden Quecksilberfadens bedingt wird. Die Formel hierfür ist:

$$T = t + 0{,}000143\, n\, (t - t')\ ^{1}),$$

[1] T. E. Thorpe: Journ of the chem. soc. 37, 160, 1880.

Fig. 85.

Analyse des amerikanischen Rohpetroleums. Durchschnitts-Dichtigkeit 0,819.



Resumé für 3 Liter = 2,458 kg

	Spec. Gew. Durchschnitt	Farbe	Dichtigkeit	Entzündungspunkt	Gewicht
Essenzen (leichte) . . .	701 — 724	weiß	0,712	—	0,2138 kg
„ (schwere) . .	738	„	0,738	gew. Temp.	0,1107
Oele (leichte)	751 — 827	gelb	0,805	Abel. test t 17° C.	1,2066
„ (schwere)	825 — 863	braun	0,833	„ „ + 34° C.	0,8747
Coaks		. . .	. . . .	. . . .	0,0420
Verlust		. . .	. . . .	. . . .	0,0100
				Total . . .	2,4578 kg

wobei T die corrigirte, t die beobachtete Temperatur, t' die mittlere Temperatur des Quecksilberfadens, n die Länge des herausragenden Fadens in Thermometergraden, 0,000143 den empirischen Coefficienten, nahe dem scheinbaren Ausdehnungscoëfficienten des Quecksilbers im Glase (0,000154) gelegen, darstellt.

Diese Differenz zwischen beobachteter und corrigirter Temperatur kann bis $3^1/_2{}^0$ C. betragen, ein Umstand, der bei einer genau fractionirten Destillation unbedingt berücksichtigt werden muß. Es hat sich die Wichtigkeit dieser Thatsache ganz besonders anläßlich der Ausgleichsverhandlungen der beiden Reichshälften der österreichisch-ungarischen Monarchie im Jahre 1887 gezeigt. Damals, als es sich um einen Schutz der bedrohten galizischen Rohölindustrie handelte, und diese erhöhte Zölle für die Einfuhr von amerikanischen und russischen Oelen (letztere als Kunstöle bezeichnet) verlangte, wurden seitens der technischen Sachverständigen der beiden Regierungen zahlreiche Destillationen mit diesen Rohölen ausgeführt, um zunächst den Unterschied nachweisen zu können, der zwischen Kunstöl und Rohöl liegt. Die Versuche erwiesen sich aber als resultatlos.

Als besonderes Kriterium für ein Kunstöl, d. h. für ein schon einmal destillirtes Oel, welches durch Zusatz von Oelrückständen oder Rohöl gefärbt und specifisch schwerer gemacht wurde, um als Rohöl mit einem billigeren Zoll eingeführt werden zu können, wurde folgende Prüfung vorgeschlagen:

500 ccm des Rohöles sollen mit 3 Proc. concentrirter Schwefelsäure raffinirt, hierauf mit $^1/_2$ Proc. concentrirter Lauge gereinigt und das weinroth gefärbte Oel in eine kleine Flachbrennerlampe gefüllt und angezündet werden. Die Flamme wird hierauf auf die bestimmte Höhe gestellt, in der Regel auf $2^1/_2$ cm, und fällt sie nach zweistündigem Brennen auf höchstens einen halben Centimeter und nicht darunter, so soll das Oel als Brennöl mit dem höheren Zoll behandelt werden. Die Bestrebungen, diese Methode einzuführen, blieben jedoch erfolglos und hielt man sich bei den weiteren Versuchen an die Destillationsmethode als einzige Bestimmungsweise. Nach verschiedenen Unterhandlungen einigte man sich über die Destillationsmethode, wobei von den meisten Fabriken die Engler'sche acceptirt wurde. In zweiter Reihe ward der Stellung der Thermometerkugel in den Gefäßen die höchste Aufmerksamkeit geschenkt. Wie verschieden je nach der Anordnung der Thermometerkugel die Ausbeuten waren, mögen die nachfolgenden Parallelversuche mit amerikanischem und russischem, sogenanntem Kunstöl, klarlegen. Es wurden drei Versuchsreihen gemacht. Bei der ersten, der sogenannten Normaldestillation, tauchte die Thermometerkugel in vorgeschriebener Weise bis 230° C. in die Oelschicht, von da ab durch Verminderung des Flüssigkeitsvolumens in den Gasraum. Das Thermometer selbst steckt bis circa 200° im Retortenhalse. Die Destillation ging tropfenweise vor sich und dauerte $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ Stunden.

Bei der zweiten Versuchsreihe wurde in der einen extremen Weise das Thermometer so angebracht, daß die Thermometerkugel ganz im Gasraume steckte, und zwar so hoch, daß sie vor dem Retortenhals lag.

Bei der dritten Versuchsreihe steckte die Thermometerkugel während der ganzen Destillation in der Flüssigkeit circa 2 cm von dem Boden entfernt.

I. Normalstellung.

Die Destillation der Oele erfolgte bis 300° C. und geschah die Hauptfractionirung im Destillate bis 150°, zwischen 150 bis 270° und von 270 bis 300° C. Diese Fractionen wurden in einzelne kleinere getheilt.

A. Amerikanisches Rohöl, specifisches Gewicht 0,826.

Zur Destillation angewandt 411 g.

1. Bis 150° C. erhalten . . . . . . 7 g.

2. Fractionen zwischen 150 bis 270° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm	Ausbeute Proc.
150—182°	50	0,742	37	9
182—212°	50	0,762	38	9,3
212—250°	50	0,873	39	9,5
250—270°	39	0,798	24	5,8

3. Fractionen zwischen 270 bis 300° C.

Erhalten 0,815 specifisches Gewicht, 24 g = 5,8 Proc.

411 g amerikanisches Rohöl ergaben:

1.	bis 150° C. . . .	7 g		= 1,7 Proc.
2.	150—270° „ . . .	144 „	(0,769)	= 35,3 „
3.	270—300° „ . . .	24 „	(0,815)	= 5,8 „

Totalausbeute (zwischen 150 bis 300° C.) 168 g = 41,1 Proc.

B. Russisches Kunstöl, specifisches Gewicht 0,8405.

Zur Destillation angewandt 412,5 g.

1. Bis 150° C. erhalten . . . . . . 0,5 g.

2. Fractionen zwischen 150 bis 270° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm	Ausbeute Proc.
150—182°	50	0,775	38	9,2
182—200°	50	0,788	39	9,4
200—212°	50	0,803	39,5	9,6
212—226°	50	0,819	40	9,7
226—244°	50	0,833	41	9,9
244—263°	50	0,843	41,5	10,1
263—270°	50	—	12	2,9

3. Fractionen zwischen 270 bis 300° C.

Erhalten 0,845 specifisches Gewicht, 45 g = 10,9 Proc.

412,5 g russisches Rohöl ergaben:

1.	bis 150° C. . . .	0,5 g		= 0,01 Proc.
2.	150—270° „ . . .	251 „	(0,810)	= 60,8 „
3.	270—300° „ . . .	45 „	(0,854)	= 10,9 „

Totalausbeute (zwischen 150 bis 300° C.) 29,6 g = 71,7 Proc.

II. Destillation mit der Kugel im Gasraume.

A. Amerikanisches Rohöl, specifisches Gewicht 0,826.

Zur Destillation angewandt 392,5 g.

1. Bis 150° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm
50—100°	50	0,738	36
100—120°	50	0,760	37
120—150°	60	0,783	46
50—150°	160	0,763	119 = 30,3 Proc.

2. Von 150 bis 255° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm
150—185°	50	0,805	40
185—210°	50	0,826	41
210—235°	50	0,840	41,5
235—255°	76	0,840 0,831	41,5 22
150—255°	226	0,823	186 = 47,35 Proc.

B. Russisches Kunstöl, specifisches Gewicht 0,8405.

Zur Destillation angewandt 394,5 g.

1. Bis 150° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm
55—100°	50	0,775	38
100—110°	50	0,788	39
110—150°	83	0,808	67
55—150°	183	0,794	144 = 36,5 Proc.

2. Von 150 bis 255° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm
150—170°	50	0,831	41
170—175°	50	0,842	41,5
175—190°	50	0,854	42
190—225°	50	0,865	42,5
225—255°	69	0,872	61
150—255°	269	0,855	228 = 57,8 Proc.

Mit der vorhandenen Heizvorrichtung war es nicht möglich, auf dem Thermometer höhere Temperaturen als 255° C. nachzuweisen, da dasselbe zu hoch steckte.

III. Destillation mit eingetauchter Thermometerkugel.

A. Amerikanisches Rohöl, specifisches Gewicht 0,826.

Zur Destillation angewandt 434 g.

1. Bis 150° C. erhalten . . . . . 3 g.

2. Fractionen erhalten zwischen 150 bis 270° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm
150—190°	50	0,740	36,5
190—220°	50	0,760	37
220—270°	65,5	0,782	53
150—270°	165,5	0,765	127

3. Fractionen erhalten zwischen 270 bis 300° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm
270—300°	32	0,792	27

434 g Rohöl ergaben bis 300° C.

1. bis 150° . . . 3 g = 0,7 Proc.
2. 150—270° . . . 165,5 „ (0,765) = 38,1 „
3. 270—300° . . . 27 „ (0,792) = 6,2 „

Totalausbeute (zwischen 150 bis 300°) = 182,5 g = 44,3 Proc.

B. Russisches Kunstöl, specifisches Gewicht 0,8405.

Zur Destillation angewandt 436 g.

1. Bis 150° C. erhalten . . . . . 1/2 g.

2. Fractionen erhalten zwischen 150 bis 270° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm
150—190°	50	0,774	38
190—200°	50	0,786	39
200—220°	50	0,800	39,5
220—240°	50	0,818	40
240—260°	50	0,829	40,5
260—270°	25,5	0,837	20,5
150—270°	275,5	0,804	217,5

3. Fractionen erhalten zwischen 270 bis 300° C.

Temperatur-intervall	Cubik-centimeter	Specifisches Gewicht	Ausbeute Gramm
270—300°	16	0,846	55

436 g Kunstöl ergaben bis 300° C.

1. bis 150° . . . 1/2 g = 0,01 Proc.
2. 150—270° . . . 217 1/2 „ (0,804) = 47,6 „
3. 270—300° . . . 155 „ (0,846) = 12,6 „

Totalausbeute (zwischen 150 bis 300°) = 272,5 g = 60,2 Proc.

Zusammenstellung der Endresultate der drei Versuche.

	Angewendet Gramm	Erhaltenes Destillat Gramm	Bis 300° C. Proc.
I. (Mit der Thermometerkugel im Oele bis 230°, nachher im Gasraume)	amerik. 411	168	41,1
	russisch. 412,5	269	71,7
II. (Mit der Kugel im Gasraume)	amerik. 392,5	305	77,6
	russisch. 394,5	372	94,3
III. (Mit in dem Oele eingetauchter Thermometerkugel)	amerik. 434	182,5	44,3
	russisch. 436	272,5	60,2

Aus der obigen Zusammenstellung ist ersichtlich, wie verschieden die Resultate einer Destillation ausfallen können, wenn sich das Thermometer bald näher, bald weiter von der Siedeflüssigkeit befindet.

Es ist deshalb unbedingt erforderlich, an irgend einer bestimmten Norm hinsichtlich Stellung der Thermometerkugel, z. B. der von Engler in Vorschlag gebrachten, festzuhalten.

Specifisches Gewicht.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Erdöle geschieht in der Praxis ausschließlich mit Aräometern, mit Beauméscala (hauptsächlich in Amerika gebräuchlich) oder mit specifischen Gewichts- und Beauméscalen, beide auf Wasser als Einheit bezogen.

Das specifische Gewicht der Erdöle schwankt zwischen sehr weiten Grenzen. Von 0,780 mancher italienischer Rohöle reicht es bis 1,0 und zeigt bei rumänischen und indischen Erdölen, welche reich an Paraffin sind, eine Ziffer von 1,3 [1]).

Die Verschiedenheit der specifischen Gewichte ist nicht von der örtlichen Lage allein, sondern auch von der Tiefe der Brunnen, aus welchen die Oele gewonnen werden, abhängig. Allgemein gültige Regeln, nach welchen die Dichten mit der Tiefe der Oelquellen abnehmen, konnten zwar noch nicht aufgestellt werden, doch hat es sich bei den Bohrungen in verschiedenen Gegenden ergeben, daß, abgesehen von den obersten, durch Oxydation theilweise verharzten Schichten, die Oele mit zunehmender Tiefe dünnflüssiger werden. Diese Erscheinung läßt sich durch den Umstand erklären, daß, in je größeren Tiefen das Erdöl gefunden wird, um so weniger können, durch die aufliegenden Erdmassen verhindert, die leichten Theile verflüchtigen. Hieraus ist es auch erklärlich, daß das Rohöl aus Bohrlöchern specifisch viel schwerer ist, als jenes von Spingbrunnen, gleichwie auch ein Erdöl bei continuirlichem Auspumpen viel leichter ist als bei periodischem.

Das specifische Gewicht der Roherdöle wird durch die in denselben aufgelösten Gase, sowie durch das suspendirte Wasser beeinflußt. Bei längerem Stehen an der Luft steigt das specifische Gewicht merklich, sowohl durch die Ausscheidung der aufgelösten Gase [dieser Verlust steigt manchmal bis auf

[1]) Tumsky: „Technologie der Naphta", S. 711.

35 Proc. (?)] [1]), als auch durch die Oxydation der Kohlenwasserstoffe, ein Umstand, der die Eigenschaften des Roherdöles in einer Weise verändert, daß es nach längerem Stehen zur Gewinnung von Leuchtölen manchmal unbrauchbar wird.

Bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes muß die Temperatur, bei welcher sie geschieht, berücksichtigt werden, da sich das Volumen mit der Temperatur ändert. Mit Hülfe des Ausdehnungscoefficienten ist man in der Lage, die specifischen Gewichte auch auf andere Temperaturen zu bestimmen. Die specifischen Gewichte werden gewöhnlich auf 12° R. = 15° C. bezogen und erhält man für die Praxis vollkommen genaue Werthe, wenn man 0,0008 als Dichteänderung resp. Ausdehnungscoëfficienten für 1° R. annimmt, wobei die Correcturen bei einer Temperatur des Oeles über 12° R. zu addiren und unter 12° R. zu subtrahiren sind.

Zur besseren Handhabung und noch präciseren Reduction der Dichten von Mineralölen dient nebenstehende in der Praxis gut verwendbare Tabelle.

Ist die beobachtete Temperatur des Rohöles gleich 12° R. (15° C.), so giebt die an der Aräometerscala abgelesene Zahl unmittelbar die sogenannte wahre Dichte für die Normaltemperatur von 12° R. an.

Zeigt aber das Thermometer eine andere Temperatur, in welchem Falle man die an der Aräometerscala abgelesene Zahl die „beobachtete“ oder „scheinbare“ Dichte nennt, so findet man aus dieser und der Temperatur die wahre Dichte, wie folgt, mit Hülfe der obigen Reductionstabelle. Dieselbe hat zwei Eingänge: den in der obersten Horizontalreihe für die abgelesenen Angaben des Aräometers, also die beobachteten oder scheinbaren Dichten von 750 bis 890 von 10 zu 10 fortschreitend, den anderen in der ersten Verticalreihe links für die Angaben des Réaumur'schen Thermometers von 0 bis 22° R.

An der Stelle, wo eine Vertical- und eine Horizontalreihe sich kreuzen, findet man die der betreffenden beobachteten Dichte und Temperatur entsprechende Reduction auf 12° R., welche bei Temperaturen unter 12° R. von dem beobachteten specifischen Gewichte in Abzug zu bringen, bei Temperaturen über 12° R. als Zuschlag zu addiren ist, um die wahre Dichte für die Normaltemperatur von 12° R. zu erhalten.

Wurde z. B. bei der Untersuchung eines Mineralöles die Dichte desselben an der Scala des Aräometers mit 810 beobachtet und zeigte das Thermometer eine Temperatur der Flüssigkeit von 18° R., so hat man in der obersten Horizontalreihe die Zahl 810 aufzusuchen und die zugehörige Verticalspalte so weit nach abwärts zu verfolgen, bis man zu der horizontalen Zeile kommt, in welcher links in der ersten, die Temperaturgrade enthaltenden Spalte die Zahl 18 steht. An der Kreuzungsstelle findet man als Zuschlag die Zahl 5,2, welche, zu der beobachteten Dichte 810 addirt, 815,2° als die wahre Dichte des Oeles bei 12° R. ergiebt.

Wie schon oben bemerkt, schreitet das beobachtete specifische Gewicht in der obersten Horizontalreihe der Tabelle von 10 zu 10 Graden fort; es ist in allen Fällen genügend, mit der der beobachteten Dichte zunächst liegenden durch 10

---

[1]) Tumsky: „Technologie der Naphta“, S. 37.

Tabelle

zur Reduction der an einem gläsernen Aräometer bei nebenstehenden Temperaturen beobachteten Dichten von Mineralölen auf die Normaltemperatur von 12° R.

(Die Dichte des Wassers bei 12° R. = 1000 gesetzt.)

Temperatur nach Réaumur	Beobachtete Dichte.														
	750	760	770	780	790	800	810	820	830	840	850	860	870	880	890
	Abzug														
0°	11,7	11,5	11,8	11,1	10,9	10,7	10,5	10,4	10,2	10,1	10,0	9,9	9,8	9,7	9,6
1°	10,7	10,5	0,3	10,1	10,0	9,8	9,6	9,5	9,4	9,3	9,1	9,0	8,9	8,9	8,8
2°	9,7	9,5	9,4	9,2	9,0	8,9	8,8	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,1	8,1	8,0
3°	8,7	8,6	8,4	8,3	8,1	8,0	7,9	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,2
4°	7,7	5,6	7,5	7,3	7,2	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7	6,6	6,6	6,5	6,4	6,4
5°	6,8	6,6	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,9	5,8	5,7	5,7	5,6	5,6
6°	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8
7°	4,8	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	3,0	4,0	4,0
8°	3,8	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2
9°	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4
10°	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6
11°	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
12°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Zuschlag														
13°	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
14°	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
15°	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4
16°	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2
17°	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0
18°	5,7	5,6	4,4	5,4	5,4	5,2	5,2	5,1	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8
19°	6,6	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8	5,7	5,7	5,6	5,6	5,5
20°	7,5	7,4	7,3	7,2	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4	6,4	6,3
21°	8,5	8,3	8,2	8,1	7,9	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,4	7,3	7,2	7,2	7,1
22°	9,4	9,2	9,1	8,9	8,8	8,7	8,6	8,4	8,3	8,2	8,2	8,1	8,0	8,0	7,9

theilbaren Zahl in die Tabelle einzugehen; hätte man also z. B. an der Aräometerscala die Dichte 833,5 oder 836 beobachtet, so wäre in ersterem Falle mit 830, in letzterem mit 840 in die Tabelle einzugehen. Ebenso wird es in den meisten Fällen zulässig sein, bei den Thermometeranzeigen den Bruchtheil eines Grades, der weniger als $^1/_2$ beträgt, außer Acht zu lassen, wenn er $^1/_2$ oder mehr beträgt, für voll zu rechnen, also mit dem der wirklichen Temperatur nächsten ganzen Temperaturgrade in der Tabelle zu rechnen.

Beispiel 1: Es sei an der Scala des Aräometers die Dichte 863,5 abgelesen worden, die Temperatur des Oeles $4^3/_4$ °R., so hat man:

Beobachtete Dichte	863,5
Für 860 beobachtete Dichte und 5° R. giebt die Tabelle Abzug	5,7
Somit wahre Dichte bei 12° R.	857,8

Beispiel 2:

Die beobachtete Dichte sei 817, die Temperatur 16,3° R., so ist die beobachtete Dichte	817
Zuschlag für 820 und 16° R. laut Tabelle	3,4
Somit wahre Dichte bei 12° R.	820,4

Für exactere Bestimmungen des specifischen Gewichtes verwendet man im Laboratorium häufig das Pyknometer, die Westphal'sche und Mohr'sche Wage &c. Diese Bestimmungsmethoden werden im Capitel der Untersuchungen eingehend behandelt.

Harzbestimmung.

Die harzigen Producte, die im Roherdöle vorhanden sind, verleihen demselben die charakteristische dunkle Farbe, welche bis ins Schwarze übergeht.

Der Harzgehalt wird am zweckmäßigsten in der Weise bestimmt, daß man zu einem gewissen Volumen (gewöhnlich 40 ccm) Rohöl das gleiche (40 ccm) Volumen fettfreies Benzin hinzufügt und in einem graduirten Cylinder gut durchmischt. Hierzu mengt man 20 ccm concentrirte Schwefelsäure von 66°, schüttelt einige Minuten kräftig damit und läßt es so lange absetzen, bis die über der braun gewordenen Schwefelsäure stehende Mischung ganz durchsichtig wird und sich der Niederschlag selbst nach längerem Stehen nicht vermehrt. Die Volumenzunahme der Schwefelsäure giebt den Gehalt an Harzproducten an.

Wurden beispielsweise zur Harzbestimmung 40 ccm Roherdöl und 20 ccm Schwefelsäure genommen und wies letztere nach Vornahme obigen Processes eine Volumenzunahme von 3 ccm auf, so beträgt der Harzgehalt in Procenten ausgedrückt $40 : 3 = 100 : x$; $x = 7,5$ Proc. Der Harzgehalt der Erdöle hängt mit dem specifischen Gewichte und der Farbe der ersteren zusammen. Je specifisch schwerer und je dunkler die Erdöle sind, um so höher ist auch der Gehalt an Harzproducten.

Im Allgemeinen schwankt er zwischen 10 bis 25 Proc.

Da alle anderen Untersuchungen im Wesentlichen mit denen des Leucht- und Schmieröles identisch sind und in dem entsprechenden Capitel eingehend behandelt werden, sei hier noch in Kürze die Schwefelbestimmung angeführt.

Schwefelbestimmung.

Der unangenehme Geruch der Erdöle beruht hauptsächlich auf dem Gehalte an Schwefelverbindungen, die schon in ganz geringen Mengen (deutsches Rohöl) zum Vorschein kommen. Da sich die Schwefelverbindungen der Hauptmenge nach in den leichtest flüchtigen Antheilen als Schwefelkohlenstoff, Thiophen (Krämer) ꝛc. befinden und leichtflüchtiger Natur sind, ist eine genaue Schwefelbestimmung nicht leicht durchführbar, doch wird sie auf folgende Weise versucht: Man erhitzt 0,5 g des Roherdöles mit etwa 20 bis 25 ccm concentrirter Salpetersäure in zugeschmolzenen Röhren bei einer Temperatur von 160 bis 180° C. Das Einwirkungsproduct wird, nachdem man die Hauptmenge der Salpetersäure verjagt hat, mit Wasser verdünnt, mit Chlorbaryum versetzt und der Schwefel als Baryumsulfat bestimmt. Oder man zerstört 0,5 g Oel mit concentrirter Salpetersäure und chlorsaurem Kali, um den darin enthaltenen Schwefel zu Schwefelsäure zu oxydiren und raucht ihn mit concentrirter Salzsäure ab. Der Rest der Analyse wird in bekannter Weise durch Eindampfen, Auflösen, Fällen mit Chlorbaryum u. s. f. ausgeführt. Im Werke von Höfer ist der Gehalt an Schwefel der verschiedenen Oelsorten angegeben. (Siehe Anhang: H. Kast und G. Lagai, „Die Schwefelverbindungen im Erdöl“.)

Neben den Roherdölen von Amerika, dem Kaukasus, Galizien und Rumänien bieten, mit Ausnahme noch desjenigen von Deutschland (Elsaß), die, anderer Fundstätten nur geringes, höchstens theoretisches Interesse. Ihre technische Verwerthung ist bis heute belanglos und nur stellenweise von localem Interesse.

Trotz ihrer geringen Bedeutung dürften diese Gegenden in nicht allzu ferner Zeit, wenn die heute allerdings noch unerschöpflichen Quellen Rußlands und Amerikas zu versiegen beginnen, das Interesse und Bedürfniß der Industrie auf sich lenken; heute lassen aber nur wenige dieser Rohölfunde einen Schluß auf ihre künftige Verwendbarkeit ziehen. Die Angaben in den verschiedenen Fachschriften sind so oberflächlich gehalten, daß sie über die Eigenschaften dieser Rohöle nichts Hervorhebenswerthes bringen. Gründlich erforscht ist nur das in Südamerika bei Mendoza vorkommende Rohöl [1]), und das von Aegypten, worüber hier zugleich als Ergänzung zu dem ersten Theile dieses Buches (Höfer), mit sonstigem Neuhinzugekommenen in Kürze berichtet sei.

Amerika.

Argentinien. In Argentinien wurden schon längst kleine Erdölquellen und bituminöse Schiefer in der Provinz Selta bei Mendoza vorgefunden. Das von Engler und Otten untersuchte Rohöl stammt aus der Provinz Selta, woselbst 37 1/2 km oberhalb Mendoza sich ein Feld bergauf erstreckt, welches nach dem

[1]) Engler und Otten: Dingl. polyt. Journ. 268, 375.

vulcanischen Gebirge den Namen Cacheuta trägt. Nach Stelzner soll hier das Rohöl der rhätischen Formation angehören, ein Vorkommen, welches zu den seltenen zählt, da es sich bisher nur auf das Rohöl im Thon von Sehnde in Hannover beschränkte. Da das Oel nicht frei zu Tage tritt, wurden hier Bohrungen vorgenommen und ergaben vier Bohrlöcher in einer Tiefe von 200 m sogar freifließende Quellen.

Das erste lieferte wenig Oel, in den letzten Jahren fünf Faß per Tag, das zweite fast gar nichts, das dritte wenig dickes Oel bereits bei 77 m Tiefe 60 Faß per Tag, und das vierte bei 115 m eine größere Masse guten Oeles mit einer Ausbeute von 300 Faß täglich. Das Oel besitzt einen eigenthümlichen aber nicht unangenehmen Geruch, welcher vielleicht auf einen geringen Gehalt an Schwefelkohlenwasserstoffverbindungen schließen läßt. Im auffallenden Lichte zeigt es eine schwach grünliche Fluorescenz, während es bei durchfallendem Lichte in dünnen Schichten eine schwarzbraune Farbe besitzt. Bei 17° C. ist es zähflüssig und würde die Viscosität in Engler's Apparat auf 9 Min. 10 Sec. bei 35° C. (directe Ausflußgeschwindigkeit) bestimmt. Der Gefrierpunkt liegt bei 0° C., wobei das Oel schmalzartig, ohne Ausscheidung von Paraffin, wird; auch bei niedrigerer Temperatur war eine Paraffinausscheidung nicht zu beobachten. In Petroleumäther ist es ohne Rückstand löslich und liegt der Flammpunkt bei 45° C., der Brennpunkt bei 90° C. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes mittelst Pyknometer ergab 0,9032 bei 17° C. Der Siedepunkt fiel mit dem Entflammungspunkt bei 45° C. zusammen. Einer Normaldestillation im Engler'schen Apparate unterworfen, ergab das Oel an

	Volumprocente	Gewichtsprocente
Essenzen (bis 150°)	6,4	4,07
Brennöl (150 bis 310°)	27,6	21,98
Rückstand	66,0	73,95

Die über 310° siedenden Fractionen bestanden aus:

	Auf Rückstand berechnet Proc.	Auf Rohöl berechnet Proc.
Mischöl (Solar- und Gasöl)	20,00	14,8
Stark paraffinartige Schweröle	70,00	51,8
Rückstand	10,00	74,0

Die schweren Oele zeigten eine salbenartige Consistenz, das Paraffin trat in den Vorlagen in krystallinischen Schuppen auf.

Was die chemische Natur des argentinischen Oeles betrifft, so fanden Engler und Otten Kohlenwasserstoffe der Reihe C_nH_{2n+2} und C_nH_{2n}.

In gewöhnlicher Weise raffinirt, erhielt man ein Leuchtöl, das allen Eigenschaften eines besseren pennsylvanischen Oeles entsprach. Auf den Eisenbahnen von Argentina wird das Rohöl als Heizmaterial verwendet.

Der Petroleumrückstand ist sehr paraffinhaltig und läßt sich nicht auf Schmieröl verarbeiten.

Dagegen wurde aus dem Paraffin ein Weichparaffin mit dem Schmelzpunkt von 35° C. und ein Hartparaffin mit einem Schmelzpunkt von 58 bis 59° C.

erhalten. Der Gesammtgehalt an Paraffin, nach Zaloziecki's Methode bestimmt, beträgt 55,75 Proc. auf Rückstand, und 25,7 Proc. auf Rohöl berechnet.

Bolivia und Peru. Schon in den 60er Jahren war das Erdölvorkommen in Peru und Bolivia bekannt. Im letztgenannten Staate soll nach dem Berichte des Bergingenieurs F. Hurß[1]) das Erdöl in ebenso mächtiger Fülle wie in Pennsylvanien gefunden worden sein. Die drei Hauptquellen Bolivias befinden sich bei Cuarazuti, Plata und Signiracada (zwischen Oran und Pilcomayo) in einem Umkreise von 93,6 km und bilden angeblich einen Oelbach von etwa sechs Zoll Tiefe und sieben Fuß Breite. Die Masse Erdöl, welche aus diesen drei Quellen ausströmt, sei so bedeutend, daß Hurß alles Bohren für überflüssig hält. Außer diesen drei laufenden Quellen fanden sich in demselben Gebiete noch acht andere vor, die ebenso reichhaltig gewesen sein sollen, wie jene von Cuarazuti.

Die Oelfelder von Peru, welche schon, nach Ueberlieferung der spanischen Eroberer, seit vielen Jahrhunderten bekannt gewesen sein sollen, befinden sich an der Küstengegend des Oceans und erstrecken sich vom Cap Blanco bis zum Tumbezfluß in einer Entfernung von ungefähr 120 Meilen.

Im Jahre 1867 wurde zuerst unweit Zoritas in einer Tiefe von ca. 40 m Oel angebohrt und seit diesem Erfolge wird das Petroleum in größerem Maßstabe ausgebeutet. Nach einem Berichte wurde kürzlich die erste Ladung, 30 000 Kisten, Perupetroleum nach Japan exportirt, und sind neuestens, da der Export im Wachsen ist, mehrere Raffinerien errichtet worden, welche Leuchtöl erzeugen[2]).

Venezuela. Aus den Berichten des Consuls[3]) der Vereinigten Staaten von Nordamerika ist schon seit langer Zeit bekannt, daß in Venezuela bedeutende Erdölquellen vorhanden sind. Diese Quellen liegen in der Nähe des Sees von Maracaibo im nördlichen Theile von Venezuela. Das Vorkommen des Oeles soll ein ungewöhnlich bedeutendes sein und sich über eine Fläche von 1000 km erstrecken. Eine der größten neuentdeckten Quellen liefert nach dem Berichte des Vertreters der Vereinigten Staaten Nordamerikas innerhalb 24 Stunden 25 000 Liter Oel. Falls sich seine Qualität als eine gute erweisen wird, so kann diesen neuentdeckten Erdölquellen eine große Zukunft wohl nicht abgesprochen werden, da sie sich in der nächsten Nähe des Meeres befinden und das Oel unmittelbar verfrachtet werden kann.

Seitens der Regierung wurde der National Petrol Comp. das Alleinrecht der Ausbeute auf 25 Jahre bewilligt. Die Gesellschaft besitzt dort über 100 Gruben und Maschinen für Bohr- und Raffinirzwecke. Die Bohrer werden mit Wasserkraft getrieben und in der Raffinerie wurden anfänglich 2500 Gallonen Petroleum per Monat erzeugt.

Zur Unterstützung der heimischen Industrie legte die Regierung einen hohen Zoll auf die Einfuhr von russischen und amerikanischen Leuchtölen.

---

[1]) Wagner's Jahresberichte 1868, **14**, 728. — [2]) Chemiker- und Technikerzeitung 1891, Nr. 10. — [3]) Annales industrielles 1887, **19**, 393. Dingl. polyt. Journ. 1887, **266**, 382.

8*

Afrika.

Aegyptisches Petroleum findet sich nach Mittheilungen von Robert Irvine[1]) in der Umgebung von Gemsah und Djebel-Said, einem Gebiete, in welchem das Vorkommen von Erdöl bereits vor einiger Zeit bekannt war. Das durch Bohrlöcher gewonnene Rohöl ist dunkelbraun gefärbt und hat einen offenbar von Schwefelwasserstoffverbindungen herrührenden, nicht unangenehmen Geruch, wie er den minderwerthigen Petroleumsorten aus Canada und jenen italienischen Ursprunges eigen ist. Das specifische Gewicht beträgt bei 60° F. 0,934, das Oel ist dick, äußerst schmierfähig und bleibt auch bei niedriger Temperatur flüssig, was auf das Fehlen von Hartparaffinen in demselben schließen läßt. Mit Chemikalien gemengt, erhält man ein Product von 0,850 bis 0,950 specifischem Gewicht.

Der Verlust beim Waschen mit Säure beträgt mehr als 50 Proc. Dieser Umstand und das Fehlen von Brennölen lassen die Reinigung nicht lohnend erscheinen. Andererseits besitzt aber dieses Rohöl an und für sich einen hohen Werth als Schmiermaterial und dürfte auch als Brennmaterial zu gebrauchen sein. In jüngster Zeit wurde das Oel von Kast und Künkler eingehend untersucht[2]), sie constatirten gleichfalls, daß es in Folge seines geringen Gehaltes an leichter flüchtigem Oel zur Brennölfabrikation ungeeignet ist, dagegen ein vorzügliches Material zur Gewinnung von Mineralschmierölen darstellt.

Auch in Südafrika sollen größere Erdölaufschlüsse vorhanden sein. So berichtet[3]) L. Campbell Johnston aus Johannisburg im Transvaalstaate über dieses Vorkommen. Er habe im Oranjefreistaate untrügliche Anzeichen vom Vorhandensein schwerer Oele in reicher Menge gefunden. Dieser Staat liegt 750 Meilen von der Capstadt entfernt.

Asien.

Indien. Nach einem Berichte von Boverton Redwood findet sich das Rohöl in Indien in Ober- und Unterbirma, einschließend die Arakauinsel, Assam, Pendjab und Beludschistan, vor. Das auf Arakau vorkommende Oel ist licht gefärbt, während jenes von Ostbaranga dunkelbraun ist und einen angenehmen Geruch besitzt. Das specifische Gewicht beträgt 0,835 und können daraus 66 Proc. eines guten Brennöles von 0,810 specifischem Gewicht gewonnen werden. Das Westbarangaöl mit ähnlichen Eigenschaften hat 0,888 specifisches Gewicht und ergab nur 7 Proc. Petroleum. In der Nähe befinden sich aber auch Erdöle mit 0,818 bis 0,866 specifischem Gewicht und bis 56 Proc. Petroleumausbeute. Viel reicher und hoffnungsvoller sind die Oelgebiete in Oberbirma, wo die Erdölausbeute bei den primitiven Gewinnungsmethoden 200 000 bis 250 000 Gallonen per Monat beträgt. Die specifischen Gewichte schwanken zwischen 0,870 bis 0,937. Trotz unmittelbarer Nähe der Brunnen von einander sind die Oele ganz verschieden. Während die einen

[1]) Journ. of the soc. of chem. Ind. 2, 130. Chemische Industrie 1888, S. 160. — [2]) Dingl. polyt. Journ. 278. — [3]) Oil paint and Drug-Reporter 1889, 3. April, p. 27.

paraffinhaltig sind, sind die anderen ganz paraffinfrei. Die in Rangoon befindliche Raffinerie verarbeitet heute 250 000 Gallonen per Monat und giebt das Rohöl ca. 27 Proc. eines guten Petroleums mit dem specifischen Gewichte von 0,840 und einem Flammpunkte von 120° F.

Auch in der Provinz Assam wird auf Roherdöl gebohrt. Das dort erhaltene Rohöl ist stark paraffinhaltig, dunkelbraun, hat ein specifisches Gewicht von 0,933 bis 0,940, besitzt einen unangenehmen Geruch und enthält kein Petroleum. Ein Muster dieses Oeles fing erst bei 460° F. zu sieden an.

In Pendjab sind geringe Oelspuren vorhanden und hat das dort vorkommende Rohöl ein specifisches Gewicht von 0,905 bis 0,910.

Das in Beludschistan vorkommende Rohöl ist zur Petroleumerzeugung werthlos. Auch Paraffin enthält es wenig. Für die Zukunft wird es höchstens als Heizmaterial Verwerthung finden.

Im Allgemeinen ist trotz der großen Verbreitung von Erdöl in Indien an eine erfolgreiche Industrie in der nächsten Zeit nicht zu denken, denn ein zu Leuchtölzwecken geeignetes Erdöl könnte nur auf der Insel Arakau verarbeitet werden. Die indische Regierung thut zwar Alles, um die Privatindustrie zu unterstützen, doch sind bis jetzt keine nennenswerthen Erfolge zu verzeichnen.

Syrien. Aus den Berichten des Consuls Bissinger in Beyrut und des Consuls der Vereinigten Staaten von Nordamerika ist das Vorhandensein von Erdölquellen in Syrien bekannt. Dieselben befinden sich im Alexandriendistrict in der Provinz Aleppo [1]). Das auftretende Rohöl wurde nicht näher untersucht, doch bildeten sich schon Gesellschaften, deren Vertreter von der türkischen Regierung Concessionen zur Ausbeute des Erdölterrains erlangten, nach neuesten Berichten wird mit Erfolg gebohrt, während die Bohrungen in Südpersien resultatlos zu sein scheinen.

Australien.

Im Jahre 1889 machte die Entdeckung von angeblich werthvollen Petroleumquellen in Südaustralien großes Aufsehen und nach dem „Oil paint and Drug-Reporter“ vom 15. Mai 1889 sollen diese in der Nähe von Yorkstadt (Yorktown) an der äußersten Spitze der Yorker Halbinsel, zwischen dem Spencer und St. Vincentgolf von einem gewissen A. Tochi aufgefunden worden sein, der schon längere Zeit in der Hoffnung, Oel zu entdecken, diese Gegenden untersuchte. Die Regierung von Südaustralien gab ihm ein ausschließliches Recht auf eine Strecke von 90 000 Acres Landes, um nach Oel zu suchen. Bis jetzt ist jedoch die Erforschung nicht weit gediehen und sind auch keinerlei Nachrichten darüber bekannt.

Neuseeland. In verschiedenen Gegenden wurde hier schon seit 1860 Erdöl vorgefunden [2]), doch wurden erst in den letzten Jahren einige Untersuchungen über die Menge und Qualitätsverhältnisse gemacht. Die erste Erdölaufschließung geschah bei Waiapu, an der Ostküste der Provinz Auckland, die zweite bei Maunthai, an dem Ostcap. Es wurden größere Quantitäten eines guten Oeles gefunden, doch erst in Tiefen von 300 m. Das aus ersterer Gegend stammende Oel erinnert sehr an das canadische. Nach einigen Destillationen und

[1]) Oil paint and Drug-Reporter 1890, 30. Juli. — [2]) Ibid. 1889, 20. Febr.

einer Raffination mit Säure und Lauge bekam man 65 bis 67 Proc. eines sehr guten Brennöles mit einem specifischen Gewichte von 0,844 bei 15° C. Das von Maunthai erhaltene Rohöl besitzt eine schwach braune Farbe, ist fast ganz durchsichtig und hat ein specifisches Gewicht von 0,830 bei 15,5° C. Es enthält sehr wenig lösliches Paraffin und erhält man bei der Destillation eine Ausbeute von 80 Proc. Leuchtöl, welches in gewöhnlichen Lampen ziemlich gut brennt. Will man bloß 65 Proc. Ausbeute an Leuchtöl bekommen, so erhält man ein ausgezeichnetes Product von 0,812 specifischem Gewicht.

Europa.

Hier ist als neuerer Fundort zu bezeichnen:

Schottland. Nach Mittheilungen von D. R. Stenars (Journal of Society of Chemical Industry 1887, **6**, 128) wurde in Broxburn beim Bohren nach bituminösen Schiefern in einer Tiefe von 183 m ein dickflüssiges Oel von 0,842 specifischem Gewicht zu Tage gefördert. In der Nähe fand man in einer Tiefe von 275 m ein braunes Erdöl von 0,830 specif. Gew., welches bei 16° C. erstarrte. In gewöhnlicher Weise destillirt, ergab es:

Leichte Naphta	0,700 spec. Gew.	5,0	Proc.
Schwere „	0,730 „ „	5,2	„
Brennöl	0,802 „ „	34,1	„
Zwischenöl	0,840 „ „	10,5	„
Schmieröl	0,865 „ „	16,7	„
Paraffin (Schmelzp. 40°)		12,5	„
Verlust		16,0	„
		100,0	Proc.

Die Bromabsorption ist bedeutend geringer, als bei den gewöhnlichen Erdölsorten, was auf einen geringen Gehalt von Olefinen schließen läßt.

Die Salzsoole, welche mit dem Erdöle zusammen vorkommt, hat 1,095 specifisches Gewicht und enthält 14,4 Proc. nicht flüchtiger Bestandtheile, welche hauptsächlich aus Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Spuren von Eisenchlorid bestehen. Viele Bohrlöcher in Broxburn stoßen in Zwischenräumen bedeutende Mengen Gas aus. Aus einem Bohrloche strömte während mehrerer Jahre monatlich einmal Gas aus, welches beim Anzünden eine 6 m hohe, hell leuchtende Flamme bildete. Das gemeinsame Vorkommen von Erdöl, Salz und Gas in Broxburn ist von Interesse, da an vielen anderen Orten der Erdoberfläche Erdöl unter gleichen Umständen zu Tage tritt. (Siehe achtes Capitel.)

Der Erdöldistrict von Broxburn ist jedenfalls von bedeutender Ausdehnung und könnte gewiß mit Erfolg ausgebeutet werden, wenn sich das Rohöl durch Pumpen heben ließe. Leider ist aber das Oel seines hohen Paraffingehaltes wegen schon bei einer Temperatur von 16° fest, ein Umstand, welcher die Ausbeute der Broxburner Lager für absehbare Zeit verhindern wird.

Viertes Capitel.

Fabrikation.

Destillation. — Kühlung. — Raffinirung. — Continuirliche Destillation. — Schmierölerzeugung.

Die fast ausnahmslose Verwendung des Rohöles besteht in der Gewinnung von Essenzen (Benzin ꝛc.), Leuchtölen und in der eventuellen Verarbeitung der Rohölrückstände zu Schmierölen ꝛc. Dies geschieht in Fabriken, schlechtweg Raffinerien genannt. Der letztere Ausdruck bezieht sich wohl eigentlich nur auf einen besonderen Proceß der Fabrikation, wird aber jetzt als allgemeine Bezeichnung angewandt. In manchen Fabriken, speciell in Amerika, wird der Proceß der Rohölverarbeitung nur bis zu einer gewissen Grenze durchgeführt, und die erzeugten Halbfabrikate gelangen in anderen Fabriken, in den eigentlichen Raffinerien, zur vollständigen Verarbeitung. Der Gang der Rohölverarbeitung ist mit wenigen Ausnahmen der folgende: Das Rohöl wird einer Destillation unterworfen, wobei die gewonnenen Producte, nach erfolgter Kühlung, entsprechend ihren specifischen Gewichten, ihrer Farbe und den jeweiligen besonderen Eigenschaften in Fractionen getheilt werden. Diese Fractionen, Destillate genannt, werden in den allermeisten Fällen einem Reinigungsprocesse unterworfen — der aus einer successiven Behandlung mit Chemikalien (Schwefelsäure, Aetznatron ꝛc.) besteht — und hierauf zu einer Handelswaare für den Verkauf hergerichtet. Die bei der Rohöldestillation zurückbleibenden Rückstände endlich, werden zur Gewinnung von Schmier- und Schwerölen und als Heizmaterial ꝛc. verschieden verwerthet.

Ueber die Lage ꝛc. der Fabriken wird ein späteres Capitel ausführlicher handeln, erwähnt sei, daß sich die Fabriken in unmittelbarer Nähe der Rohölproductionsstätten und nur aus commerciellen Gründen in größeren Entfernungen von denselben befinden. Demgemäß ist auch die Zufuhr des Rohöles zu den Raffinerien eine verschiedene. Befinden sich die Fabriken in der Nähe der Gruben oder großer Sammelreservoirs; wie in Amerika und Rußland, so wird das Rohöl durch Rohrleitungen direct in die Destillirkessel oder in kleinere Reservoirs geleitet. In manchen Gegenden, wo diese Verkehrsvorrichtungen nicht bestehen (in Galizien, Rumänien, Deutschland und in manchen Gegenden Amerikas), geschieht der Rohöltransport entweder in der primitiven Weise — in Fässern — oder in modern eingerichteten Fabriken des Continentes durch Kesselwaggons.

Vorbereitende Arbeiten.

Das eingeführte Rohöl wird, wenn es nicht zur sofortigen Verarbeitung gelangt, in schon früher beschriebenen eisernen oder hölzernen Reservoirs aufbewahrt, hier findet es Zeit, sich abzusetzen, wobei sich mechanisch mitgerissenes Wasser, Grubenschlamm, Sand ꝛc. abscheiden. Dieser Umstand ist von besonderer Wichtigkeit und wird in keiner besser eingerichteten Fabrik verabsäumt, und wo sich keine größeren Sammelreservoirs für Rohöl befinden, wird durch Einschalten kleinerer Reservoirs (Depotoirs) ein Absetzen resp. Klären des Rohöles ermöglicht. Das directe Füllen mit unreinem Rohöl hat verschiedene Störungen zur Folge. Abgesehen von dem Mehrverbrauch an Heizmaterial zur Verdampfung des Wassers, der Gefahr des Uebersteigens, sind — durch das Ansetzen der mineralischen Sedimente an die heißen Kesselwände — leicht ein Erglühen der Feuerbleche und eine frühzeitige Zerstörung derselben die Folgen.

Zur Entleerung der Kesselwaggons und Fässer ꝛc. werden Rinnen benutzt, die, wenn sie im Freien liegen, geschlossen sind und mit Deckel verschließbare Oeffnungen besitzen, die mit den Abfüllvorrichtungen der Waggons durch Schläuche verbunden werden, die Fässer dagegen werden auf die Rinnen gerollt und so entleert; von hier fließt das Rohöl in die Absatzreservoirs. Von diesen Reservoirs wird das Rohöl je nach den räumlichen Verhältnissen entweder in große Vorrathsbehälter oder in die Destillirkessel gepumpt resp. fließen gelassen. Die Sammel- oder Klärreservoirs sind in der Regel unterirdische, liegende oder stehende cylindrische Gefäße, durch Rohrleitungen mit den Abfüllrinnen und den Vorrathsbehältern verbunden, und, wenn das Rohöl aus ihnen gepumpt werden soll, gewöhnlich in der Nähe der Rohölpumpe situirt. Sie besitzen am untersten Punkte eine Vertiefung (Saugtopf), in die das Saugrohr der Pumpe einzutauchen pflegt. Wenn die Sammelreservoirs im Freien liegen, haben sie entweder eine Dampfleitung, um sie vor dem Gefrieren zu schützen, oder sie sind so tief in die Erde eingelassen und gedeckt, daß ein Einfrieren des Wassers oder Stocken des Rohöles unmöglich ist.

Es liegt in der Natur dieser Fabrikation, daß nicht jede, in anderen Industrieanlagen gebräuchliche Betriebsform in Verwendung kommen kann. Der Betrieb besteht mit Ausnahme einzelner Abänderungen in einem fortwährenden Circuliren von Flüssigkeiten: des Rohöles von den Vorrathsbehältern in die Destillirkessel, der Destillationsproducte aus den entsprechenden Reservoirs in die Raffinirapparate, der fertigen Producte in die Füllreservoirs und von hier — im letzten Stadium — zum Versandt in die Fässer und Cisternen.

Diese ganze Bewegung geschieht ausnahmslos durch Pumpen, und zwar entweder durch Flüssigkeitspumpen, die das Oel, Wasser ꝛc. durch Ansaugen weiter fördern, oder durch eigens construirte Luftpumpen (Compressoren), die auf die Flüssigkeiten (Oel, Säure, Lauge ꝛc.), die sich in geschlossenen Gefäßen befinden, drücken und sie so weiter fördern. Diese Druckpumpenvorrichtung wird das Montejusiren genannt.

Für den Großbetrieb, wo es sich um die Bewältigung großer Flüssigkeitsmassen verschiedener Art handelt, sind die Flüssigkeitspumpen vorzuziehen, denn ihre Inbetriebsetzung ist eine viel raschere und einfachere, eventuelle Störungen sind leichter zu vermeiden und in gleicher Zeit die bewältigten Flüssigkeitsmassen viel größere.

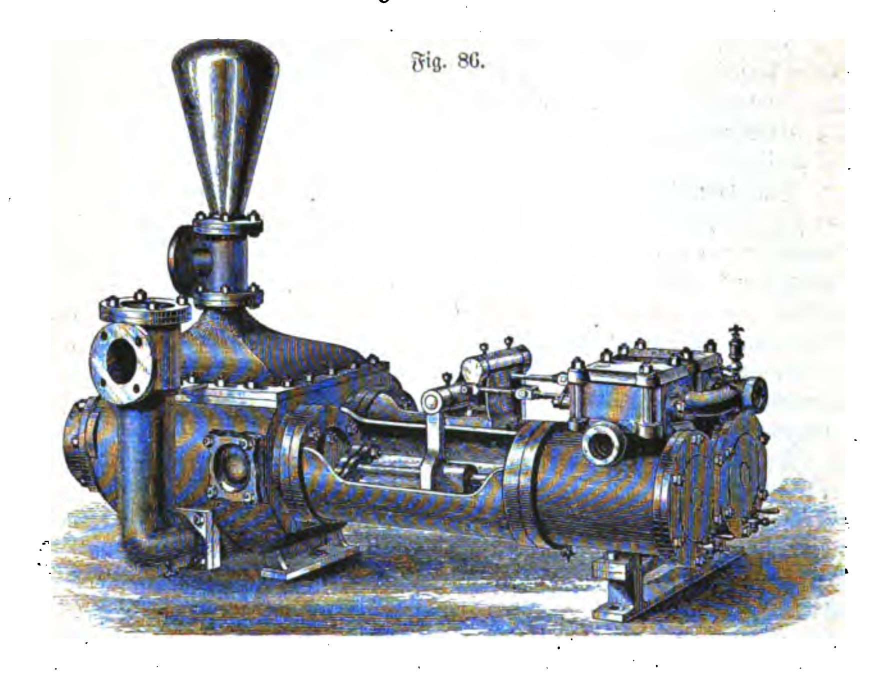
Das Montejusverfahren dagegen eignet sich mehr für den Kleinbetrieb, da hier die Zeit, zur Erreichung der Spannung in den Kesseln, nicht so sehr in Betracht kommt, auch ist sie ausschließlich für Flüssigkeiten verwendbar, die die Pumpenbestandtheile angreifen, und hat diese Betriebsform den Vortheil, daß die Flüssigkeiten (Oele) wasserfrei sind, während bei Pumpenbetrieb, speciell mit direct wirkenden Dampfpumpen, es unausbleiblich ist, daß nicht etwas Condensationswasser mit dem Oele mitgerissen wird, ein Umstand, der bei fertigen oder zu raffinirenden Producten sehr störend wirkt, da im ersteren Falle Trübungserscheinungen, im anderen Falle Verdünnungen der Chemikalien die Folgen sind.

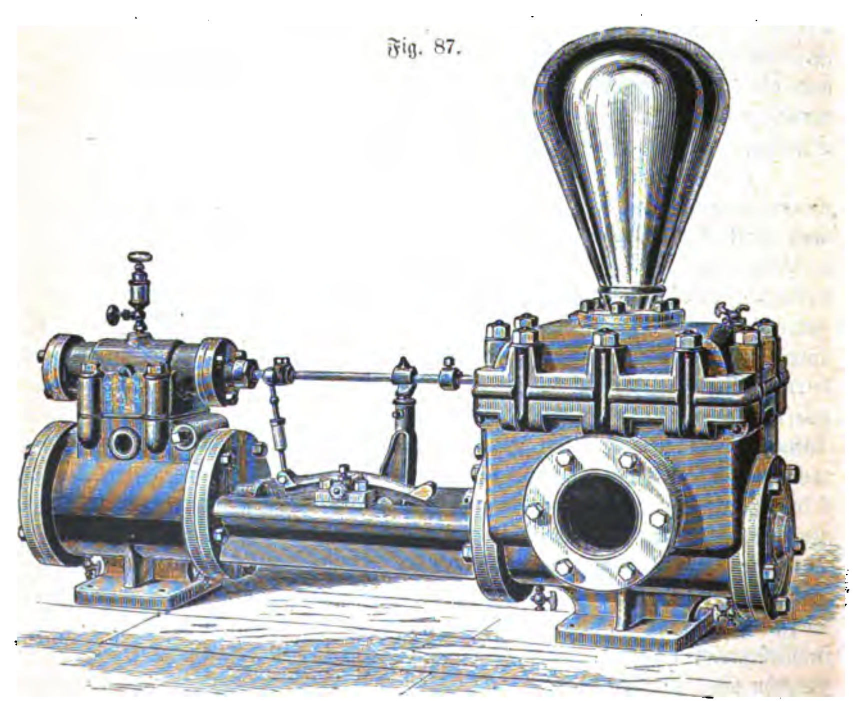
Da für alle Fabrikationsphasen die Betriebsart dieselbe ist, genügt es, einige der wichtigsten der Pumpenformen zu beschreiben. Zunächst die Flüssigkeitspumpen.

Wir unterscheiden direct und mittelst Uebertragung (Transmission) wirkende Pumpen; die letzteren sind die im Betriebe weniger gebräuchlichen. Nur dort, wo sich Betriebsmaschinen für andere Zwecke vorfinden, z. B. in Paraffinfabriken, empfiehlt es sich, zur Ausnutzung der Kraft Transmissionspumpen zu verwenden. Nahezu in allen Mineralölfabriken werden nur direct wirkende Dampfpumpen verschiedener Systeme angewendet. Gegen diese Pumpen spricht nur der Mehrverbrauch an Dampf, der thatsächlich auch ein ganz bedeutender ist. Als Vortheile lassen sich die rasche und gefahrlose Inbetriebsetzung anführen, und die vollständige Unabhängigkeit von einer Betriebsmaschine, die durch das oftmalige Ein- und Ausschalten von Pumpen, wie es der Betrieb erfordert, leicht Störungen erleidet, wodurch der Gesammtbetrieb leiden kann.

Unter den direct wirkenden Dampfpumpen haben sich die Worthingtonpumpen (Fig. 86, a. f. S.) in erster Linie Eingang verschafft. Diese doppelt und direct wirkenden Dampfpumpen sind ausgezeichnet durch ihren ruhigen und gleichmäßigen Gang; sie finden besonders Anwendung, wo eine ununterbrochene und anstrengende Thätigkeit beansprucht wird; sie werden in England erzeugt, aber heute schon in Deutschland und in Oesterreich in gleicher Qualität nachgemacht. — Eine andere, nicht minder gebräuchliche Pumpengattung wird von den Knowles „Steam Pump Works“ New York (Fig. 87, a. f. S.) erzeugt. Diese Pumpe empfiehlt sich für das Pumpen von Flüssigkeiten auf geringe Förderhöhen oder kurze Distanzen, zeichnet sich durch geringen Dampfverbrauch aus und besitzt auch ein zuverlässiges Leistungsvermögen, verbunden mit äußerst ruhigem Gang. Durch Einschaltung einer Hebelvorrichtung zum Nachstellen des Pumpenhubes kann sie als Hochdruckpumpe wirken und so auch die Dienste einer Feuerspritze leisten.

In Amerika finden noch vielfach die Dampfpumpen nach den Systemen von Cameron, Blacke und Tangy Anwendung, in Deutschland zeichnen sich die Firmen Weise und Monski und Wegelin und Hübner in Halle a. d. S., in Oesterreich Lederer und Porges durch die Construction solcher Dampfpumpen aus; ihre direct wirkenden Dampfpumpen sind durch die zwangläufige


Fig. 86.

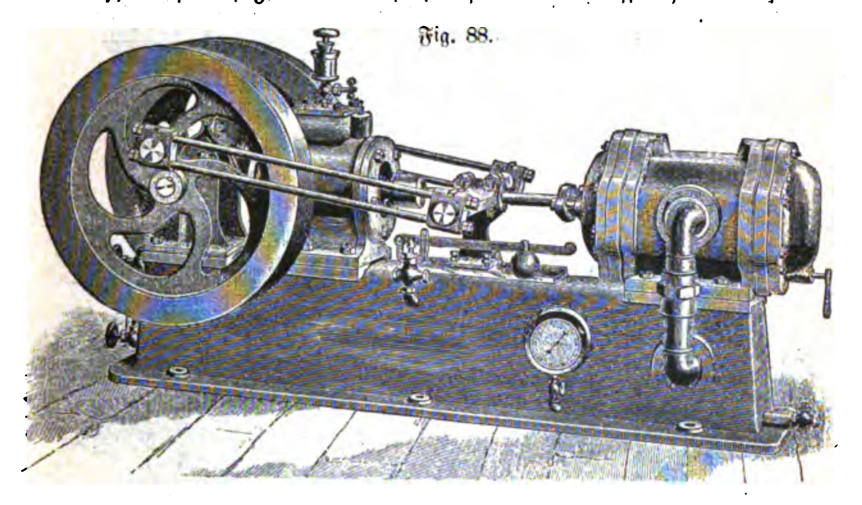

Fig. 87.

Steuerung charakterisirt, wodurch diese Pumpen sich durch geräuschlosen Gang und hohe Kolbengeschwindigkeit hervorheben. Für schwere Flüssigkeiten, besonders Theer und Rückstände, werden kräftiger gebaute Pumpen mit Plungerkolben und Kugelventilen verwendet.

Neben den Flüssigkeitspumpen werden auch Luftpumpen und Luftcompressoren zum Betriebe benutzt. Luftcompressoren dienen, wie schon erwähnt, als Ersatz für Flüssigkeitspumpen, indem sie durch Erzeugung von Druck im Flüssigkeitsreservoir die Flüssigkeit auf beliebige Höhe drücken. In Fig. 88 ist ein solcher Compressor ersichtlich, wie ihn die Knowles-Compagnie erzeugt.

Je größer das Verhältniß des Dampfkolbens zum Luft- oder Compressionskolben ist, um so kräftiger wirken diese Pumpen. Sie beanspruchen als besondere

Fig. 88.



Wartung ein fortwährendes Kühlen des Luftkolbens, da durch die rasche Rotation und starke Reibung die Luft und der Kolben erhitzt werden.

Der später zu beschreibende Proceß der Behandlung der Oele mit Chemikalien wird auch durch die Zuführung von Luft unterstützt. In Fig. 89 u. 90 (a. f. S.) sehen wir solche Luftpumpen (direct wirkende Gebläse) zum Mischen der Oele und Chemikalien in Raffinirapparaten. Bedingung bei solchen Apparaten ist gleichmäßiger, kräftiger Gang, das Ansaugen großer Flüssigkeitsmassen auf einmal und dementsprechend großer Hub. In der Regel genügen Luftpumpen, die 600 bis 1000 cbm Luft per Stunde ansaugen, um eine Flüssigkeitsmenge von 1000 bis 1500 hl in fortwährender Wallung zu erhalten.

Der Raum und der Zweck dieses Buches gestatten es nicht, diesen Gegenstand eingehender zu behandeln. Nur die wichtigsten Pumpenformen konnten flüchtig erwähnt werden, wobei auch selbstverständlich vorausgesetzt werden muß, daß bei den zahlreichen Industrieanlagen dieser Art nahezu ebenso viele Aenderungen des Betriebes vorkommen können. Die örtlichen Verhältnisse, die Verschiedenheit der Betriebskraft und Art sind in solchen Fällen einzig und allein ausschlaggebend. In den Rahmen dieses Buches kann eben nur das aufgenommen

werden, was allgemein bekannt, erprobt oder unbedingt empfehlenswerth erscheint. In gleicher Weise werden auch in der Fortsetzung dieses Capitels und in den

Fig. 89.

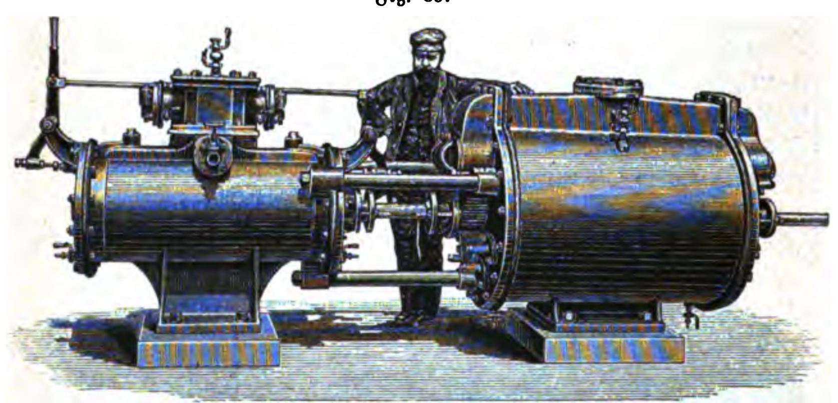
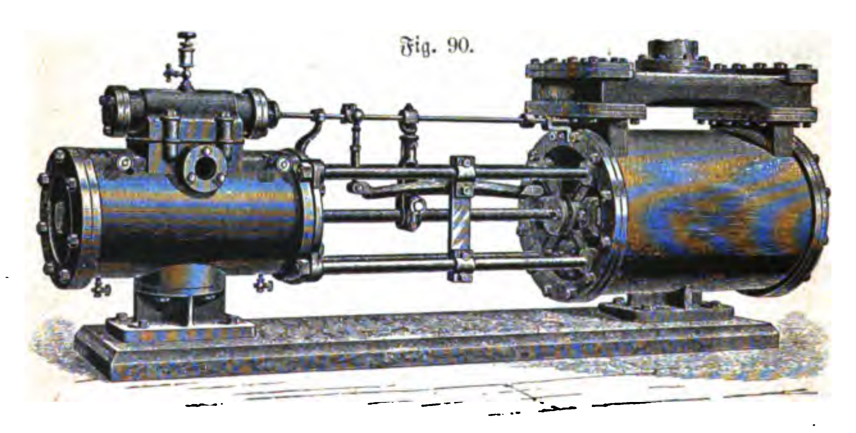


Fig. 90.



folgenden nur jene Vorrichtungen, Apparate und Fabrikationssysteme besprochen, für deren Werth die Zeit und die Erfahrung sprechen.

Destillation.

Das Roherdöl wird, nachdem es von seinen mechanischen Beimengungen durch Absitzenlassen gereinigt worden, der ersten Procedur, dem Destillationsproceß, unterworfen. So jung auch die Petroleumindustrie ist, kann doch kühn behauptet werden, daß die modernen Destillationsanlagen nahezu allen Ansprüchen vollkommen Genüge leisten. In dem einleitenden Capitel dieses Werkes wurde der Entwickelung der Petroleumindustrie in allgemeinen Umrissen Erwähnung gethan und sollen nachfolgend das Wesen der Destillation, ihre Anwendung für diese Industrie, hierauf die primitiven Apparate zu Destillationszwecken beschrieben und endlich die jetzt bestehenden Einrichtungen ausführlich behandelt werden.

Die Destillation des Rohöles besteht in einem Verdampfen der Bestandtheile desselben, die größtentheils unzersetzt überdestilliren, um dann condensirt zu werden. Durch diese fractionirte Destillation bezweckt man, aus dem Rohöl, da es an und für sich für Beleuchtungszwecke unbrauchbar ist, Producte zu gewinnen, die, nachdem sie noch einer weiteren Reinigung unterzogen werden, mehr oder weniger wasserhell und durchsichtig sind und allen Anforderungen eines Beleuchtungsöles entsprechen. Die Destillation ist in allen Phasen von einer Zersetzung derselben während der Destillation selbst begleitet, da das Roherdöl aus einem Gemenge von Kohlenwasserstoffen besteht, deren Siedepunkte innerhalb der weitesten Intervalle schwanken, und in der Praxis eine vollkommene Dephlegmation nicht gut möglich ist, werden mit den leichtflüchtigen Antheilen höher siedende und umgekehrt, mitgerissen, diese verschiedene Condensationsfähigkeit der Producte ist die Ursache von Zersetzungserscheinungen, die in der Praxis durch eine Minderausbeute an Destillationsproducten zum Ausdruck gelangt, sie variirt mit der Provenienz der Roherdöle.

Die Anwendung des Destillationsverfahrens für das Rohöl reicht weit zurück. So ist es nach den Berichten des Akademikers Johann Lerche[1]), der im Jahre 1735 das Kaspische Meer besuchte, bekannt, daß das im Kaukasus vorhandene Erdöl für sich nicht brannte, aber wenn es übergetrieben (destillirt) wurde, erhielt man es hellgelb auch ganz hell wie Spiritus und zündete es sich dann sehr leicht an. Obwohl spätere Reisende nichts über das Erdöl mittheilen, ist es als ein Factum bekannt, daß man mit der Naphtadestillation im Kaukasus schon längst vertraut war. Sicher ist es, daß die Gebr. Dubinin, Leibeigene der Gräfin Panin, aus dem Dorfe Nischnj Londich im Gouvernement Wladimir, schon im Jahre 1823 in Mosdok eine Destillation eingerichtet hatten[2]). Einige Mittheilungen über die Thätigkeit der Gebrüder Dubinin findet man im Archiv der Hauptverwaltung des Statthalters vom Kaukasus, in den Acten vom Jahre 1846, wo die Gebrüder Dubinin sich um eine Belohnung bei der damaligen kaukasischen Regierung für ihre Bemühungen um die Einführung und Verbreitung der Naphtadestillation im Kaukasus bewarben.

In dem Gesuche an den Statthalter Fürsten Woronzoff führen sie einige der Einwohner und die Behörden von Mosdok als Zeugen an, daß sie diese Industrie seit dem Jahre 1823 betreiben und viele der Donkosaken gelehrt haben, „die schwarze Naphta in weiße“ überzuführen; hierfür verlangten sie als Unterstützung von der Regierung 7000 Rubel auf 10 Jahre als unverzinsliches Darlehen. Aus verschiedenen Gründen konnten die Gebr. Dubinin nicht unterstützt werden und so sind sie mit ihren Versuchen allmälig in Vergessenheit gerathen.

Der Destillationsproceß, wie die ganze Einrichtung der Fabrikanlage überhaupt, ist allerdings eine sehr primitive. Mit der Beschreibung ihres Verfahrens lieferten sie auch eine Zeichnung ihrer Fabrik, welche sich noch jetzt in dem Archive befindet. In Fig. 91 (a. f. S.) ist eine Copie dieser Zeichnung wiedergegeben, wo

---

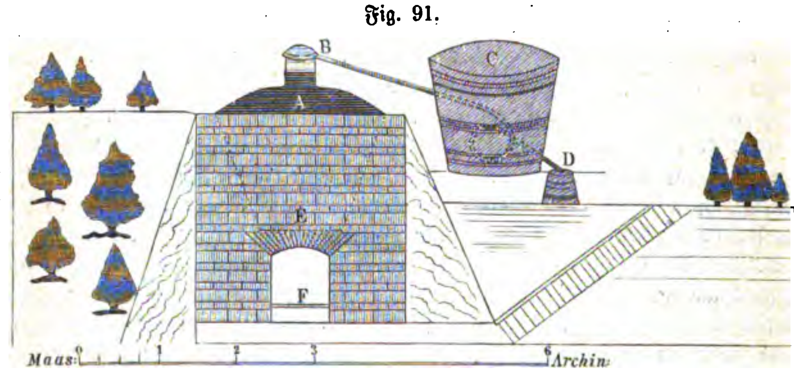
[1]) Victor Ragosin: „Die Naphta und die Naphtaindustrie“, S. 316. — [2]) Ebendaselbst, S. 315.

A ein eiserner Kessel ist, in einen Ziegelofen eingemauert; in diesen brachten sie 40 Eimer schwarzer Naphta auf einmal;
B ein Kupferdeckel, der nach dem Füllen auf den Kessel kommt;
C eine vom Deckel ausgehende schlangenförmige Kupferröhre, in einem Fasse liegend, das Wasser enthält;
D Holzeimer zum Auffangen der weißen Naphta;
E Einmauerung;
F Heizung mit Zug.

Von 40 Eimern der schwarzen erhielten sie 16 Eimer weißer Naphta. Das erhaltene weiße Product wurde nicht weiter bearbeitet, sondern ging so zum Verkaufe nach Nischnjnowgorod ab.

Daß in Amerika gleichfalls schon frühzeitig Destillationsversuche mit Erdöl gemacht wurden, ist aus den Berichten Silliman's vom Jahre 1833 ersichtlich [1]). Er „destillirte wiederholt Rohnaphta in Glasretorten und erhielt

Fig. 91.



eine Naphta von lichtstrohgelber Farbe, specifisch leichter und zündlicher als Rohpetroleum“. Von Interesse ist es, daß er diese Versuche nicht zur Erzeugung von Brennöl ausführte, sondern um ein Mittel zu finden, Kalium und Natrium aufbewahren zu können.

Die Entstehung der Petroleumindustrie zu Anfang der sechziger Jahre und ihre Entwickelung bis in die letzten Jahre als bekannt vorausgesetzt, mögen in Kürze die ursprünglichen Erdöldestillationskessel beschrieben werden.

Die anfänglich verwendeten Kessel bestanden aus drei Theilen, die zusammengeschraubt und genietet wurden, und zwar aus einem verticalen, cylindrischen Gußeisenkörper, an dem ein Blechboden und ein gußeiserner Dom und Helm befestigt waren. Diese Kessel hatten beiläufig 25 Barrels Fassungsraum, waren an den Seiten ummauert und besaßen eine Unterfeuerung; zur Abhaltung der Stichflamme war ein Gewölbe vorhanden. Die Kessel wurden mit Erdöl gefüllt, abdestillirt und der Coaksrückstand entfernt. Manche Fabrikanten leiteten, wenn ca. $^4/_5$ des Inhaltes abdestillirt war, Dampf ein, um die letzten flüchtigen Theile

[1]) Am. Journ. Scienc. (1) XXIII, 101.

auszublasen und coaksten dann ab. Die Anwendung von Dampf zur Petroleumdestillation in Amerika rührt von **Wilson**[1]) her, der ihn im Jahre 1860 einführte.

In vielen Fällen wurde der Kessel, nachdem das Oel theilweise abgelaufen, mit frischem Rohöl nachgefüllt und erst dann auf Coaks abdestillirt. Die Leichtöle (Benzine) wurden separirt und zu Heizzwecken verwendet und dann das nachfolgende Destillat bis 36° B. auf Petroleum verarbeitet; einige Fabrikanten redestillirten das Leuchtöl und raffinirten es.

Kesselanlagen.

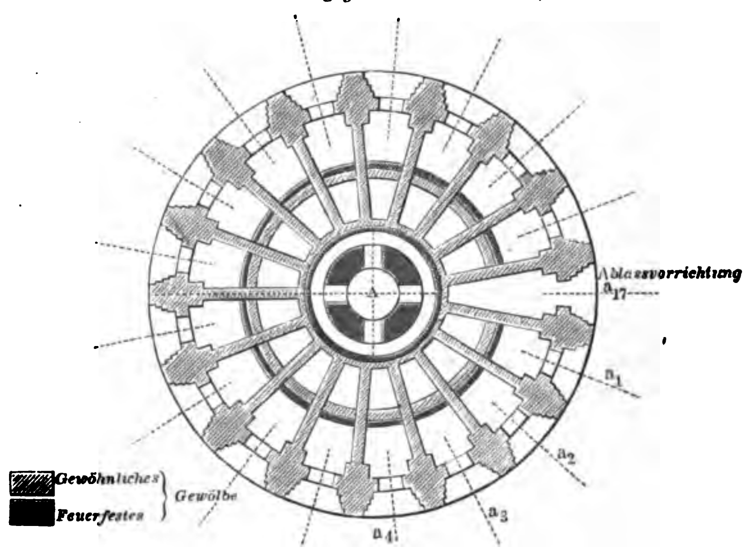
Während am Continent meistens Walzenkessel zur Destillation von Petroleum angewendet werden, sind in Amerika die sogenannten **Dosenkessel** (cheese box still) sehr verbreitet, ein Durchschnitt derselben ist in Fig. 92 und 93 (a. f. S.) dargestellt. Der Dosenkessel D hat 9,75 m im Durchmesser und 2,8 m Höhe, einen Fassungsraum von 1200 Barrels, besitzt Cylinderform und ist mit einer domförmigen Decke und doppelbombirtem Boden versehen, um eine Expansion desselben zu ermöglichen. Die Mitte des Kessels ruht auf einem cylindrischen Ziegelgewölbe A auf, das gleichzeitig mit dem Schornstein S in Verbindung steht und als Abzug für die Rauchgase dient. Der Kesselrand ruht auf 17 Gewölben a_1 bis a_{17} auf, von denen 16 Feuerungen bilden, während das 17. für den Ablaß dient. Die Feuerungen sind alle gegen das Mittelgewölbe gerichtet, gegen welches sie sich verjüngen. An der Kesseldecke befinden sich drei Verticalrohre 1 — 2 — 3, von denen 1 und 3 mit Hähnen versehen sind; sie sind mit der eigentlichen Kesselhaube, dem Dom B in Verbindung (Fig. 93). Vom letzteren zweigen dann 40 dreizöllige Röhren ab, die sich an die Condensationsvorrichtung anschließen. Als Blechstärken sind für den Boden 8 mm-Stahlbleche gewählt, als Seitenbleche 8 mm-Schmiedeeisenbleche. Der Kessel selbst ist zum Schutze gegen Abkühlung mit einem Blechmantel (jacket) versehen. In der letzten Zeit werden diese Dosenkessel in der Weise construirt, daß der Boden Feuerröhren trägt, wie sie bei dem noch zu besprechenden Waggonkessel vorhanden sind.

Der **Waggonkessel**. Er ist wie der Dosenkessel in Amerika sehr verbreitet, seinen Namen führt er seiner Aehnlichkeit wegen mit den in Amerika rollenden Eisenbahnpersonenwaggons. Auch in Baku werden Kessel dieser Form theilweise gebraucht, obwohl nicht in solch großen Dimensionen wie in Amerika, wo sie einen Fassungsraum von 2500 Barrels erreichen. Der in Fig. 94 und 95 (a. S. 129) abgebildete, in Baku angewendete[2]) Waggonkessel besteht aus einem aus Schmiedeeisenplatten zusammengenieteten, 7 m langen, 4 m breiten und 3 m hohen (von der tiefsten Stelle des Bodens bis zum Helm) kastenförmigen Kessel A mit in der Breite nach dreifach gewelltem Boden, schwach nach oben gewölbtem Deckel und den drei Helmen a, die die Dämpfe nach dem Kühler abführen, b ist eine Arbeitsöffnung (Mannloch), c sind drei Ablaßstutzen für die Rück-

---

[1]) Journ. Franklin. Inst., 338, 1860. — [2]) C. **Engler**: „Das Erdöl von Baku“.

Fig. 92.


Ablassvorrichtung
a17
a1
a2
a3
a4
A
Gewöhnliches
Feuerfestes
Gewölbe

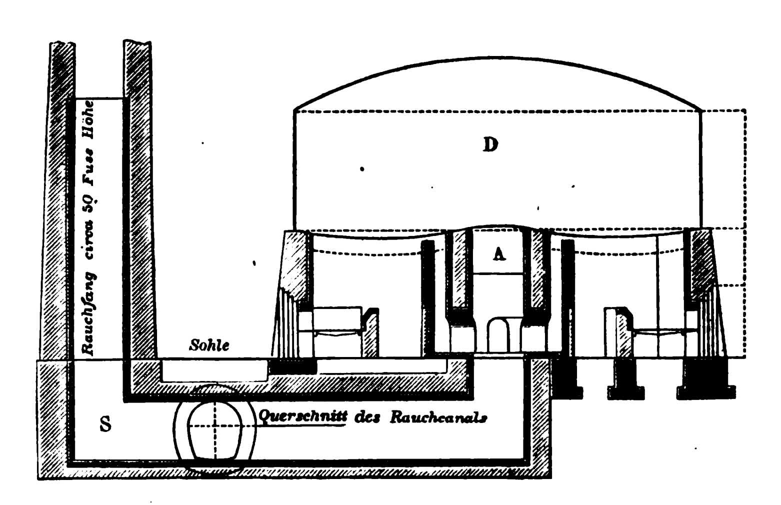
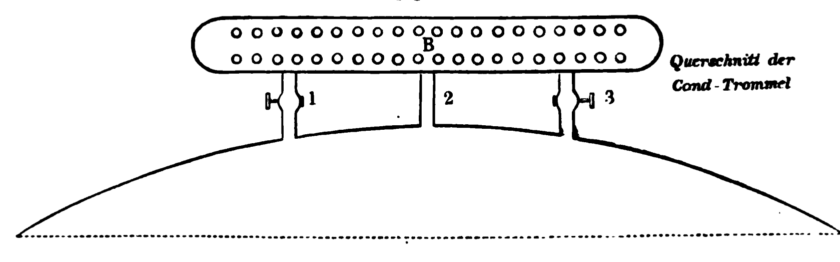
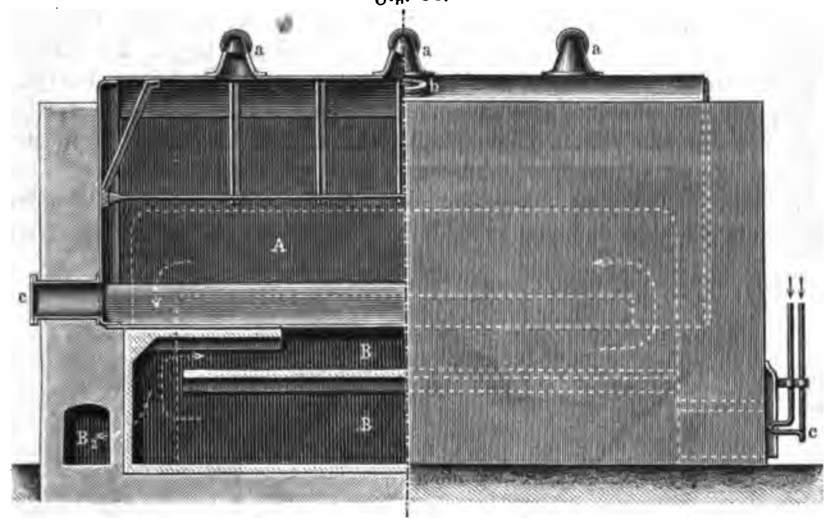

Rauchfang circa 50 Fuss Höhe
Sohle
D
A
S
Querschnitt des Rauchcanals

Fig. 93.


B
1
2
3
Querschnitt der Cond-Trommel

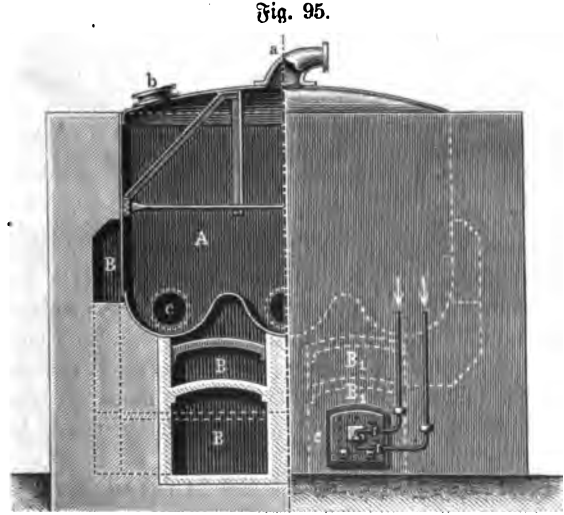
stände. Die Anordnung der inneren Verstrebungen des Kessels, desgleichen die Einmauerung mit Feuerzügen B und B_1 sind aus den Figuren leicht zu entnehmen. Von den Rückstandsbrennern c, worüber Näheres weiter unten mit-

Fig. 94.



getheilt ist, welche in die überwölbten Feuercanäle B, B_1 einmünden, schlägt die Flamme zum Schutze des Kesselbodens zuerst unter feuerfesten Gewölben hindurch, wendet sich am Ende des Kessels, dessen Boden hier auch noch mit feuerfesten Steinen verkleidet ist, wieder nach vorn, um dann in die Höhe zu steigen und zu beiden Seiten des Kessels sich zuerst wieder rückwärts, dann abwärts zu wenden und durch den Feuercanal B_2 in den Schornstein zu entweichen.

Fig. 95.

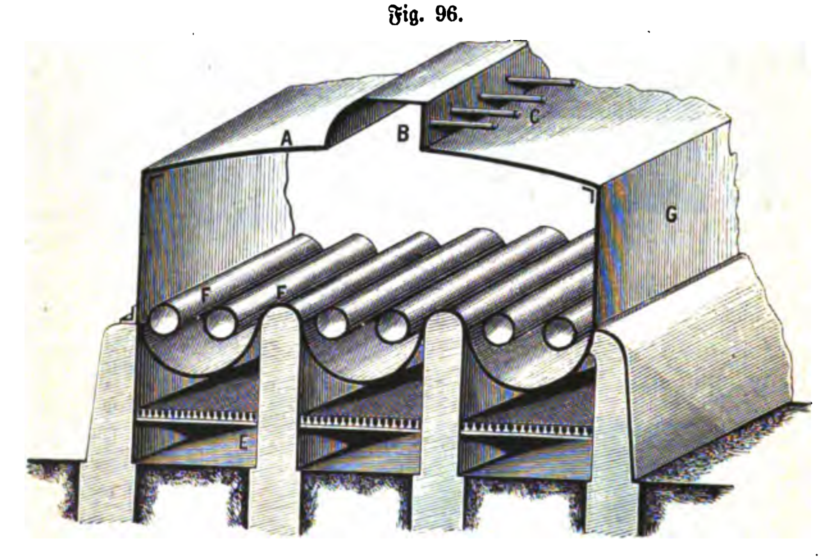


Bei einem Fassungsvermögen eines solchen Kessels (kleinere Sorte) von etwa 350 m-Ctr. und einer Füllung von 300 m-Ctr. Rohöl können in 24 Stunden $2^1/_2$ Destillationen ausgeführt, also 700 bis 800 m-Ctr. russischer Rohnaphta destillirt werden, was einer ungefähr täglichen Erzeugung von 200 bis 250 m-Ctr. Kerosin aus kaukasischem Erdöl entspricht.

Während die eben beschriebene Art Waggonkessel in Baku noch in Gebrauch ist, wird der in Fig. 96 angegebene Waggonkessel fast nur in Amerika benutzt. Diese Kessel haben gewöhnlich eine Länge von 13,73 m und einen Fassungsraum von 2500 Barrels (1 Barrel = 180 Liter).

Der Boden hat behufs Ausnutzung der Wärme resp. der heißen Gase drei muldenförmige Vertiefungen, in welchen je zwei Feuerzüge *F* liegen. Die Flamme streicht bei *E* unter dem Boden nach rückwärts, durch die beiden Feuerzüge nach vorn und mündet in eine Esse; jede Vertiefung hat eine Feuerung und Esse. Es entspricht dann einer jeden der Vertiefungen ein Theerloch an der Stirnfläche, welches wie ein Mannloch verschlossen wird und zum Ablassen des nach der Oeldestillation verbleibenden Rückstandes dient. Die Kappe *A* trägt an dem der Feuerung gegenüber liegenden Ende das Zuleitungsrohr für das Rohöl, ferner

Fig. 96.



der ganzen Länge nach einen Aufsatz *B*, an welchem an der einen Seite 35 Gas- und Dampfableitungsröhren *C*, die 65 mm Durchmesser haben und gleichmäßig vertheilt sind, angesetzt sind. Sie führen alle zu einem Condensator, welcher auch noch die Röhren eines zweiten Destillationsapparates aufnehmen kann.

Die frühere Einmauerung, wobei die Stützmauern in die Vertiefungen des gewellten Bodens eingriffen, so daß die drei Auswölbungen nach unten frei lagen und drei Feuerräume entstanden, hat man wegen allzu rascher Zerstörung des Kesselbodens aufgegeben.

Die dritte und gebräuchlichste Form der Rohöldestillirkessel sind die **Walzenkessel**; sie sind in fast allen continentalen Fabriken im Gebrauch und auch in Amerika und Rußland die verbreitetsten. Ihrer Form wegen sind sie auch am vortheilhaftesten zu verwenden; sie eignen sich sowohl für sehr große als auch für mittlere Verarbeitung, die Ausnutzung der Feuerung ist die vollkommenste und dabei sind sie Reparaturen nicht so ausgesetzt, wie die oben beschriebenen Kesselformen.

Da diese Kessel in ihrer Construction und Einmauerung große Verschiedenheiten zeigen, seien hier einige Hauptsysteme näher beschrieben. Wir unterscheiden zunächst:

1. Walzenkessel mit Unterfeuerung;
2. Kessel mit Unterfeuerung und Seitenfeuerung und
3. zur vollständigen Ausnutzung der Heizgase Kessel mit Unter- und Innenfeuerung.

In Fig 97 und 98 (a. f. S.) ist die Construction und Einmauerung eines Kessels mit Unterfeuerung ersichtlich. Der Kessel stellt einen liegenden Cylinder vor, mit drei bis vier Pratzen an jeder Seite, auf diesen Pratzen hängt der Kessel, dessen Bauchseite, die die untere Kesselhälfte bildet, vollständig vom Feuer umspült ist. *A* ist die Feuerungsanlage, die aus einem Doppelrost besteht, *B* die Feuerbrücke, *C* der Rauchcanal, D_1 und D_2 sind Mannlöcher, *E* Ablaßventil, *F* Füllleitung, *G* der Helm für die Destillationsproducte, *P* die Pratzen, *S* Schwimmer.

Die Blechstärke dieses Kessels wird für einen Fassungsraum von 300 bis 500 Barrels in der Regel so gewählt, daß die Feuerplatten — in diesem Falle die untere Kesselhälfte — möglichst stark, aus 10 bis 16 mm starkem Stahlblech gemacht wird. Die richtige Wahl des Eisens ist für die Destillationszwecke sehr wichtig. In der Natur der Rohöldestillation liegt es, daß die Kesselbleche sehr rasch erhitzt werden und während der ganzen Destillation stets steigenden Temperaturen ausgesetzt werden. Gleichzeitig scheiden sich an den inneren Kesselwänden erdige und coaksige Bestandtheile aus dem Oele aus, wodurch die Innenkühlung durch die Flüssigkeit immer unzulänglicher wird.

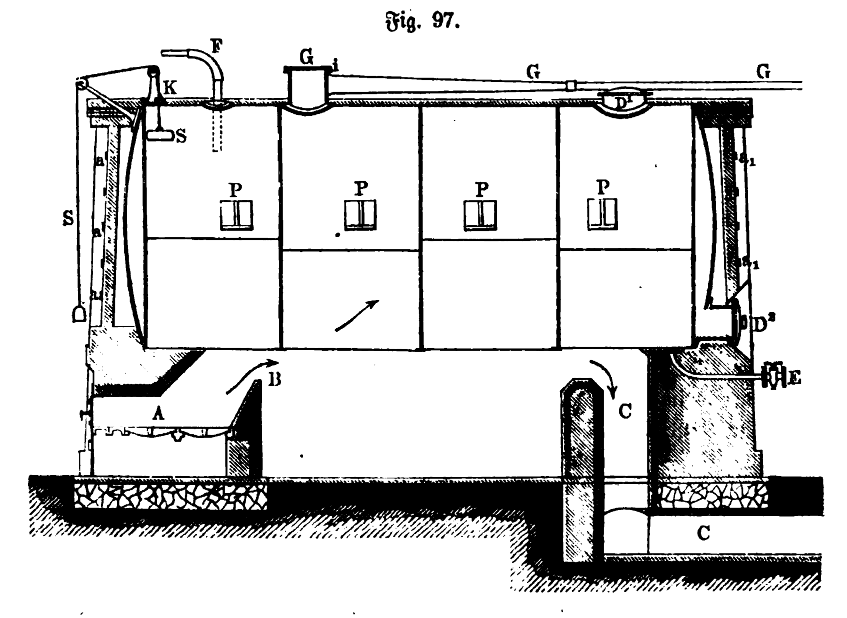
Bei periodischem Betriebe werden die Kessel rasch abgekühlt, gefüllt und ebenso schnell erhitzt. Ist nun das Eisenmaterial nicht sorgfältig gewählt, so leidet die Dauerhaftigkeit des Kessels sehr bald. Durch die ungenügende Kühlung der Bleche wird die Molecularstructur des Eisens verändert, und dasselbe wird brüchig. Durch die rasch auf einander folgende Abkühlung und Erhitzung erleidet das Eisen Streckungen und Zusammenziehungen, denen es nicht überall gleichmäßig folgen kann, es entstehen Risse, besonders an den Nietstellen von Kesseln, deren Nietlöcher nicht gebohrt, sondern gestanzt sind, wo also Haarrisse schon anfänglich im Blech auftreten; Aufklaffen der Bleche und dadurch sehr unangenehme Undichtigkeiten des Kessels und Störungen im Betriebe sind die unausbleiblichen Folgen.

Im Allgemeinen sollen die dem Feuer ausgesetzten Eisenplatten immer aus einem zähweichen, faserigen Eisenmaterial bestehen. Nicht minder wichtig, und wiederholt übersehen, erscheint die Aufeinanderfolge der Bleche des Kessels. Jeder Walzenkessel stellt gewissermaßen einen Tubus vor, in den die einzelnen Röhren hineingeschoben gedacht sind, in diesem Falle die Blechringe, die in einander stoßen, so daß eigentlich der Walzenkessel nicht cylindrisch, sondern schwach conisch gebaut ist, wobei ein Blechring den nachfolgenden überlappt.

Wie immer auch die Heizung eines solchen Kessels ist, stets muß das Feuer die Bleche bestreichen, und bei richtig eingemauertem Kessel nie an eine solche Ueberlappung stoßen, sondern mit den Blechringen laufen, denn wenn die Flamme an die Ueberlappung zweier Bleche stößt, findet sie dort einen günstigen Angriffspunkt und macht den Kessel an dieser Stelle bald undicht.

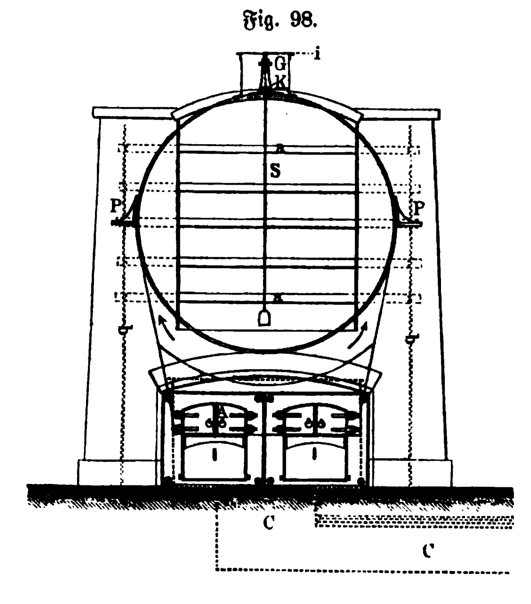
Für alle anderen Stellen des Kessels können mindere Blechstärken gewählt werden. Gewöhnlich wird mit den Oberblechen bis auf 8 mm Stärke herab-

Fig. 97.



gegangen. Empfehlenswerth ist es, wenn ein Kessel aus mehreren, mindestens drei Blechreihen besteht, die Schwächung der Bleche successive durchzuführen, z. B. bei Feuerplatten von 12 mm und Oberblechen von 8 mm die Mittelbleche mit 10 mm zu wählen. Es ist dieser allmälige Uebergang der Stärkedimensionen schon deshalb vortheilhaft, weil die Nieten genügend stark gewählt werden können und die Bleche selbst bei den extremsten Temperaturveränderungen, die die Kessel erleiden, sich gleichmäßiger ausdehnen.

Fig. 98.



Das Charakteristische der Kessel mit Unterfeuerung ist, daß diese direct vom Feuer umspült sind, indem letzteres von der Heizanlage *A* die Feuerbrücke *B* passirt und den ganzen Kessel bis unter-

halb der Pratzen umgiebt und am Kesselende durch den Rauchcanal C in die Esse gelangt. Die Vortheile dieser Einmauerung sind leicht ersichtlich; da der Kessel ganz frei ist und das Feuer durch kein Mauerwerk aufgehalten wird, kann er rasch in Gang gesetzt und rasch abgekühlt werden.

Als wesentlicher Nachtheil dagegen ist zu bezeichnen, daß der Kessel durch die Stichflamme sehr leidet und Reparaturen und baldiger Umwechselung der Feuerplatten, gewöhnlich schon im dritten Betriebsjahre, ausgesetzt ist. Auf dem Kessel ist der Helm G mit der Platte i geschlossen, diese besteht aus einem 3 bis 4 mm starken, mit einem Winkelring an dem Helm angeschraubten Blech. Bei eventueller Verstopfung der Condensationsröhren sind Spannungen im Kessel leicht möglich, bei etwas stärkerem Druck kann nun diese Platte leicht weggeschleudert werden, wodurch die Gefahr einer Kesselexplosion vermieden wird. An dem Kessel sind noch zu bemerken: die Füllvorrichtung, die mit der Rohölpumpe oder dem Reservoir in Verbindung steht, und die Ablaßvorrichtung für den Rückstand. Die Anwendung dieser Vorrichtungen ist eine einfache und leicht verständliche. Außerdem befinden sich an dem Kessel am obersten und untersten Punkte die Mannlöcher D_1 und D_2, die nach jeder Destillation geöffnet werden, um den Kessel zu reinigen; denn bei der Destillation mit directer Unterheizung ist die Ausscheidung von Coakstheilen am Kesselboden unausbleiblich, die nach der zweiten oder dritten Destillation entfernt werden müssen, da sie sonst an den Kesselwänden anbrennen.

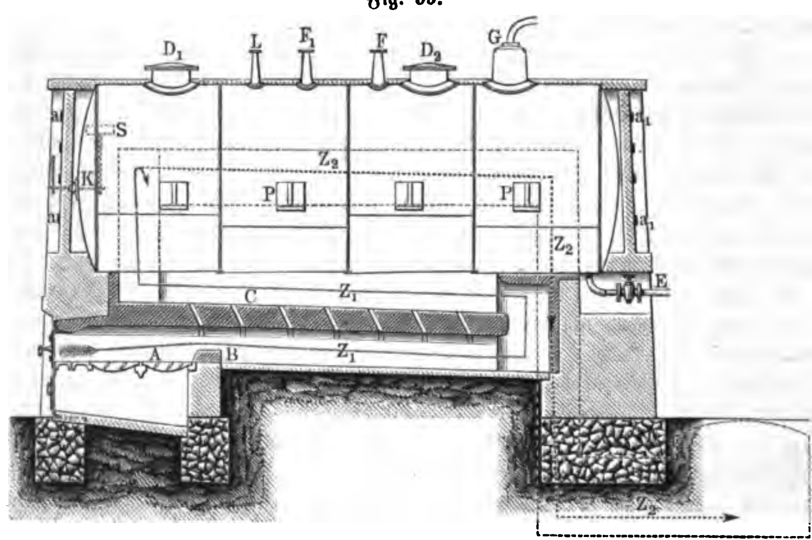
Den Stand der Oelmenge im Kessel zeigt der Schwimmer S an. Derselbe besteht in dieser Anordnung aus zwei ausbalancirten hohlen Blechgefäßen, die an einem Drahtseile befestigt sind. Das Seil geht durch die Stopfbüchse K und über eine oder zwei einfache Rollen. Diese Schwimmerform erleidet leicht Störungen durch Verstopfen der Stopfbüchse oder Spießen des Drahtes in derselben, auch ist sie großen Schwankungen durch die Wallungen des Oeles ausgesetzt, man muß sich daher wiederholt durch Inbewegungsetzen der äußeren Schwimmerkugel von dessen richtigem Functioniren überzeugen.

Bezüglich der Ummauerung dieses Kessels finden wir die verschiedensten Einrichtungen. In vielen Fabriken sind diese Kessel nicht viel über die Pratzenhöhe eingemauert und über dieser nur mit einer einfachen Ziegelschicht bedeckt, oder sie tragen oft nur einen Blechmantel (jacket) und als Zwischenlage Glaswolle oder Schlacke. Daß bei solcher Ummauerung der Betrieb ein unregelmäßiger, durch die Außentemperatur stark beeinflußter ist, erscheint leicht begreiflich.

Wenn hierzu noch oft der Umstand tritt, daß die Destillationsanlage, Raum und Sicherheitsrücksichten wegen, im Freien sich befindet, so kann durch Regen und Schneefälle oft ein gänzlicher Stillstand der Destillation eintreten. Rathsam ist es daher, die Kessel nahezu bis zur Decke zu ummauern und die Stirnseiten durch eine schwache Ziegelwand zu schützen, mit einer Isolirschicht — am besten Luft — als Zwischenlage. Gleichwie der Kessel, leidet sogar im vermehrten Maße das Mauerwerk unter dem raschen Temperaturwechsel, man muß daher dasselbe genügend verstärken. Am besten bewähren sich hierzu Schienen, auf denen der Kessel mit seinen Pratzen ruhen kann, damit ein gleichmäßiges Setzen der Seitenwände stattfindet. Die Einmauerung von senkrechten Eisenstäben b, um ein

seitliches Verschieben des Mauerwerkes zu verhüten, und eine Verbindung derselben unter einander durch horizontale Eisen, Brusteisen $a \ldots a_1$, ist unbedingt

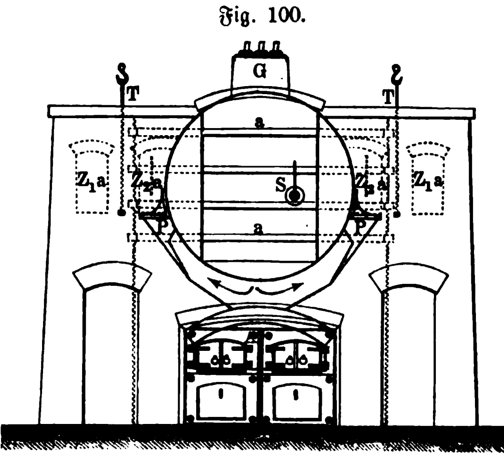
Fig. 99.



nothwendig, denn ohne dieselben würden die unvermeidlichen Sprünge der Einmauerung sich zu Rissen öffnen, wodurch neben großen Wärmeverlusten auch die Stabilität des Kessels leidet.

Eine zweite gebräuchliche Walzenkesselform, mit Unter- und Seitenfeuerung, ist in Fig. 99 und 100 ersichtlich. Der Kessel ruht auf den Pratzen P auf. Da bei dieser Heizvorrichtung auch eine Seitenfeuerung besteht, so sind die Pratzen nicht in der Mitte des Kessels, sondern etwas tiefer angebracht. Während der Kessel nach der früheren Einmauerungsweise auf den Pratzen hängt, wird er hier von den Pratzen unterstützt. Der Vortheil dieser Befestigungsweise ist einleuchtend. Im ersteren Falle übt der Kessel vermöge seiner Schwere — besonders im gefüllten Zustande — einen stetigen Zug auf die Verbindungsstellen mit den Pratzen aus und sind fortwährende Undichtigkeiten die Folge. Im letzteren Falle ist dieser Uebelstand, da ein fortwährender Druck auf die Pratzen ausgeübt wird, nahezu ausgeschlossen.

Fig. 100.



Die Einmauerung selbst ist in der Weise durchgeführt, daß der Kessel an dem vorderen und hinteren Ende auf dem Mauerwerke aufruht. Das Feuer von der Heizanlage A passirt die Feuerbrücke B und geht in der Linie Z_1 unterhalb des Netzgewölbes C, dann oberhalb desselben längs des Kesselbodens, indem es denselben — mit den Kesselblechen fortlaufend — bestreicht. Dies ist die Unterfeuerung.

Von besonderer Wichtigkeit ist das Netzgewölbe C; dasselbe ist bogenförmig, der ganzen Länge des Kessels nach gespannt. Es hat schlitzförmige Oeffnungen, die schief gegen die Feuerrichtung angeordnet sind. Der Zweck des Netzgewölbes ist hauptsächlich Schutz des Kessels gegen die Stichflamme, diese kann den Kesselboden direct nicht mehr treffen, sondern zieht sich unterhalb des Gewölbes hin, und nur ein Theil der Flamme und der Heizgase kann durch die Schlitze den Kessel umspülen. Die Hauptmenge steigt aber am hinteren Ende des Kessels auf und zwar nicht mehr als Flamme, sondern als Heizgas. Die Seitenheizung ist durch die Linie $Z_2 Z_2$ angedeutet. Ist der Kessel ganz gefüllt, so wird er mit der Unter- und Seitenheizung in Betrieb gesetzt. Die Heizgase steigen oberhalb des Netzgewölbes an der Vorderseite des Kessels durch Seitencanäle auf, steigen durch die Züge $Z_2 a$ längs des Kessels, erhitzen die Seitenwände desselben und fallen dann nach hinten in den Rauchcanal Z_2 ab.

Ist die Hälfte der Destillation überschritten, dann wird die Seitenheizung eingestellt, es geschieht dies durch Herablassen der Rauchschieber T, wodurch die Züge $Z_2 a$ außer Function treten. Das Feuer, nachdem es vom Netzgewölbe aufgestiegen ist, tritt jetzt durch die Züge $Z_1 a$ und fällt von hier direct in den Rauchcanal. Bei dieser Heizvorrichtung ist die Regulirung des Betriebes leichter möglich als bei den Kesseln mit Unterfeuerung. Im Anfange des Betriebes ist die Erwärmung des Kessels eine viel gleichmäßigere und gleichzeitig die Ausnutzung der Heizgase eine vollständigere.

Gegen Ende des Betriebes, wo die Erhitzung eine stärkere ist und vermieden werden soll, die Seitenwände des Kessels, die von Flüssigkeit nicht benetzt sind, zu überhitzen, ist dies in diesem Falle leichter möglich, da durch die Unterheizung nur ein Drittel des Kessels, bei der früher erwähnten Einmauerungsform dagegen die Hälfte vom Feuer umspült wird.

Der Kessel ist in vorliegendem Falle ganz ummauert und mit den entsprechenden Verstärkungen, Vertical- und Brusteisen $a_1 a_1$, versehen. Da diese Kessel mehr Mauerwerk enthalten und gegen die directe Flamme geschützter sind und nicht auf den Pratzen hängen, so kann auch die Blechstärke vermindert werden. Für Kessel von 200 bis 300 Barrels Fassungsraum bieten sie die geeignetste Form; für größere Capacität dagegen sind sie nicht so vortheilhaft verwendbar, indem das Mauerwerk viel schwerer ist, und die Leistungsfähigkeit des Kessels eine entsprechend verminderte wird, dazu gesellt sich auch der Kohlenmehrverbrauch durch Absorption der Wärme von dem Mauerwerk und Netzgewölbe.

Für die oben erwähnten Mittelleistungen sind sie am geeignetsten.

Die Blechstärken für die Feuerplatten werden in der Regel mit 10 bis 12 mm gewählt, die sich nach oben bis 8 mm verjüngen. Die Stirnbleche haben gewöhnlich 8 bis 10 mm. Unter 8 mm soll man überhaupt nicht gehen, da die

Bleche unter diesem Maße weniger widerstandsfähig sind und ein Stemmen bei einer eventuellen Undichtigkeit schwerer möglich ist.

An der Oberseite des Kessels befinden sich die Mannlöcher D_1 und D_2, gewöhnlich rund, mit einem Durchmesser von 50 cm. Die Mannlochdeckel sind angeschraubt und werden nur weggenommen, wenn der Kessel gereinigt werden soll. Zum Messen des Rückstandes ist im Deckel selbst ein mit einer Schraube verschließbares Loch vorhanden. Zum Ablassen des Rückstandes und des Wassers befindet sich die Ablaßvorrichtung E. Es sei hier aufmerksam gemacht, daß diese Vorrichtung, wie überhaupt auch diese ganze Kesselstelle frei von Mauerwerk und leicht zugänglich sein soll, denn an dieser Stelle ist der Kessel gewöhnlich am undichtesten und fortwährenden Reparaturen ausgesetzt. Eine besondere Sicherung der Ablaßvorrichtung soll bei der nächsten Kesselform beschrieben werden.

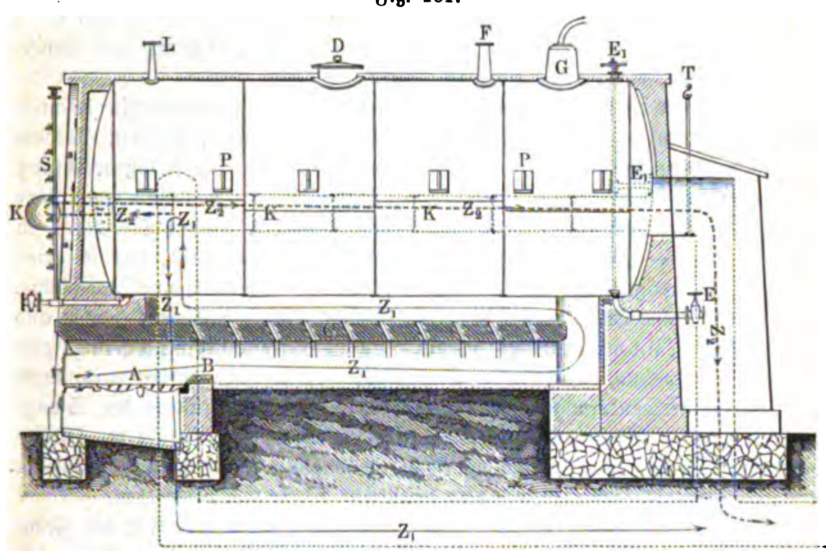
Auf dem Kessel befinden sich die Füllstutzen F und F_1 für die Füllung, der Dampfstutzen L für directen oder indirecten Dampf. Bei dieser Anordnung der Mannlöcher, wo ein Zug zur Austreibung der schädlichen Gase schwer möglich ist, wird Dampf verwendet. Die Reinigung der Kessel ist von Zeit zu Zeit nothwendig; insbesondere bei der Verarbeitung von unreinen und leicht zersetzbaren Erdölen scheiden sich immer Krusten aus, die die Innenseite der Platten belegen; diese zu entfernen, ist bei dem geregelten Betrieb unbedingt nothwendig. Sobald der Kessel außer Betrieb gesetzt und abgekühlt ist, wird sogleich directer Dampf eingelassen, und zwar so lange, bis derselbe keinen Oelgeruch zeigt. Hierauf wird der Kessel erkalten gelassen und die Reinigung kann anstandslos erfolgen. Weiter befinden sich an dem Kessel der Gasdom G mit den Condensationsröhren. Um die jeweilige Flüssigkeitshöhe zu erkennen, ist ein Schwimmer S angebracht; dieser besteht aus einer horizontalen Führungsstange, in der Stopfbüchse K leicht beweglich. An der Kesselinnenseite trägt sie einen Hebel, an dessen Ende ein cylindrisches, hohles Gefäß befestigt ist. Parallel mit dem Hebel an der Kesselaußenseite ist ein Zeiger an der Führungsstange befestigt. Das Gefäß schwimmt auf der Flüssigkeit, fällt und steigt mit derselben und durch Uebertragung auf den Zeiger folgt dieser der Bewegung und zeigt den jeweiligen Stand der Flüssigkeit an.

Eine Verbindung der Unterfeuerung mit der Innenfeuerung stellt der Walzenkessel in den Fig. 101 und 102 dar. Der Kessel hängt auf den Pratzen P, gleichzeitig ruht er an den beiden Enden auf Mauerwerk. Die Heizanlage entspricht bezüglich der Unterfeuerung der in Fig. 99 und 100 beschriebenen. Die Heizgase gehen in der Richtung der Linie $Z_1 - Z_1$ unterhalb und dann oberhalb des Netzgewölbes C, steigen in zwei Seitencanälen auf und — dies ist das Charakteristische dieser Einrichtung — passiren die Rohre K und durchstreichen in der Linie $Z_2 - Z_2$ durch diese Rohre den Kessel, um am hinteren Ende in den Rauchcanal zu fallen.

Diese Rohre K, erzeugt aus genieteten Blechen, sind einerseits mit den Seitencanälen verbunden, durchdringen andererseits die vordere Stirnwand des Kessels, ziehen der ganzen Länge nach durch, treten an der hinteren Stirnwand aus und vereinigen sich mit dem Rauchcanal. Ist der Kessel gefüllt und im Betriebe, so werden die Heizgase den beschriebenen Weg machen, sie steigen in

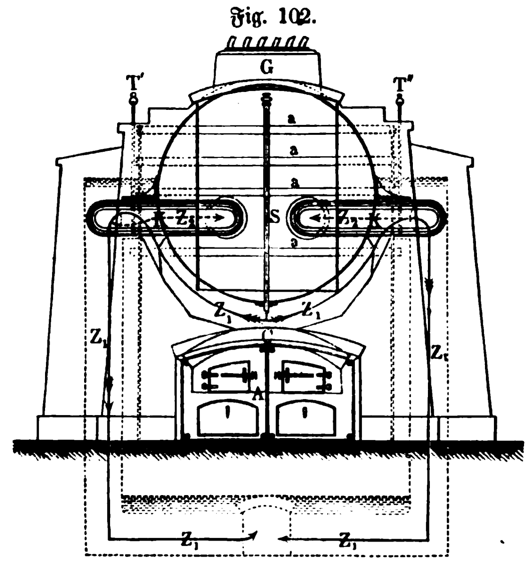
den Seitencanälen auf und ziehen, da der Schieber T geöffnet ist, dagegen die Schieber T_1 und T_2 geschlossen sind, durch die Rohre und gelangen in den Rauch-

Fig. 101.



canal. Ist die Destillation schon so weit vorgeschritten, daß der Oelspiegel unterhalb der Rohre sinkt, dann wird der Schieber T geschlossen und die Schieber T_1 und T_2 geöffnet und die Heizgase — da in den Rohren kein Zug herrscht — gehen direct in den Rauchcanal ab. Diese Einrichtung ist eine sehr vortheilhafte, da auch hier der Betrieb leicht regulirbar und die Ausnutzung der Wärme eine viel vollständigere ist. Sie besitzt alle Vortheile der vorher beschriebenen Heizform, hat aber den Nachtheil, daß der Betrieb ein viel gefährlicherer ist. Es müssen die Heizröhren sehr sorgfältig construirt sein, da sie sonst undicht werden und eine Feuersgefahr bilden. Diese Kesselform eignet sich für die Verarbeitung größerer Rohölmengen. Sie kann, indem die Heizung eine viel intensivere ist, mit

Fig. 102.



einem Fassungsraum von 400 bis 700 Barrels ausgeführt werden, die Blechstärken müssen der Capacität gemäß gewählt und etwas größer sein, da der Kessel auf den Pratzen hängt und auch die Einrichtung der Feuerrohre einen kräftigeren Bau bedingt. Gewöhnlich sind die Feuerplatten 14 bis 16 mm stark; die übrigen Bleche verjüngen sich bis auf 10 mm, die Stirnbleche und Feuerrohre werden 10 bis 12 mm stark genommen.

Der Kessel hat sonst alle anderen Einrichtungen gleich der vorhin beschriebenen Kesselform, nur, mit Rücksicht auf seinen Fassungsraum, größeren Gasdom und mehr Condensationsrohre, gewöhnlich fünf bis sieben. Die Ablaßvorrichtung ist eine ganz ähnliche und zur besonderen Sicherheit ist das von oben regulirbare Ventil E_1 sehr empfehlenswerth. Es besteht aus einer runden Stange — in einer Führung —, die an ihrem unteren Ende ein Ventil trägt, das in einen Ventilsitz hineinpaßt; an ihrem oberen Ende geht die Stange durch eine Stopfbüchse.

Durch Zahnradübertragung wird die Stange gehoben und nicht gedreht und dadurch das Ventil geöffnet oder gesenkt. Es ist dieser anscheinend geringfügige Umstand sehr wichtig, da, wenn die Stange gedreht und nicht gehoben wird, durch die Temperaturveränderungen im Inneren des Kessels Torbirungen der Stange stattfinden, wodurch dann das Ventil unbrauchbar wird. Zur Angabe der Flüssigkeitshöhe sehen wir eine Vorrichtung S, die in manchen Fabriken in Verwendung steht; ohne sie als empfehlenswerth zu bezeichnen, sei sie hier beschrieben.

Sie beruht auf dem Principe einer Communicationsröhre. Aus der Zeichnung ist die Anordnung leicht ersichtlich. An der Außenseite des Kessels ist ein Verticalrohr, das durch ein Horizontalrohr mit der tiefsten Stelle des Kessels verbunden ist. An der verticalen Röhre sind in bestimmten Entfernungen kleine Probirhähne angebracht, durch deren Oeffnen man sich von der jeweiligen Höhe der Flüssigkeit überzeugen kann. Die Nachtheile dieser Einrichtung sind leicht erklärlich. Um stets controliren zu können, muß diese Vorrichtung an der Vorderseite angebracht sein, somit bei dem Heizerstande. Das unvorsichtige Oeffnen eines Hahnes, Undichtigkeit an den Verbindungsstellen bringen es mit sich, daß Oel auf eine leichte Art in die Feuerung gelangt und sich entzündet; ein Fall, der sich anläßlich eines Kesselbrandes in einer Budapester Raffinerie thatsächlich ereignet hat.

Soweit es die räumlichen Verhältnisse gestatten, werden, wenn mehrere Kessel in Verwendung stehen, mögen es Waggon- oder Walzenkessel, stehende oder liegende sein, diese immer neben einander zu Batterien vereinigt. Es wird in erster Linie an Baumaterial bedeutend gespart, da sich die Kesselmauerung gegenseitig stützt und verstärkt; auch die Anordnung der Rauchcanäle, besonders wenn mit einer gemeinsamen Esse gearbeitet wird, ist eine viel einfachere. Dasselbe gilt für die Kühlvorrichtung, die für alle Kessel gemeinsam sein kann, und auch der Betrieb ist durch geringeren Kohlenverbrauch, da die Mauerung beiderseitig erwärmt wird, ein viel billigerer.

Die Heizung der Destillirkessel geschieht hauptsächlich mit dem Rohmaterial oder den Rückständen der Fabrikation. Die Einrichtung hierzu und alles hierauf Bezügliche wird bei der Verwendung des Erdöles als Heizmaterial ausführlich besprochen.

Als zweites und jetzt nur wenig gebrauchtes Heizmaterial für die Rohöldestillation wird in einigen Fabriken der überhitzte Dampf verwendet. Die Nachtheile dieser Betriebsart sind, daß der Betrieb bedeutend theurer ist, da die Kohlenmenge, die zur Erzeugung des Dampfes und Ueberhitzung desselben verwendet wird, eine bedeutend größere ist als bei directer Heizung. Wenn auch bei der Anwendung von Dampf eine Zersetzung des Rohöles nicht leicht möglich ist, so sind die gewonnenen Destillationsproducte oft qualitativ minderwerthiger, als die mit directer Heizung erhaltenen, da der direct wirkende überhitzte Dampf Theile von Schweröl, ja selbst Rohöl, mitreißt und die Destillate verunreinigt. Um so wichtiger ist seine Verwendung bei der Erzeugung von Schmierölen und sollen dort das Wesen und die Einrichtungen zur Erzeugung des überhitzten Dampfes näher besprochen werden.

Dort, wo das Roherdöl verhältnißmäßig theuer ist, und dies gilt für alle Fabriken, die nicht an der Productionsstätte des Rohöles liegen, und wo nicht andere Heizmateriale billiger sind, wird direct mit Kohle 2c. geheizt [1]).

Für die Wahl eines Heizmaterials lassen sich keine allgemeinen Regeln aufstellen. Das zunächst liegende und billigste Heizmaterial wird natürlich verwendet. Die Vergleichung verschiedener Kohlensorten zeigt aber, daß für den Betrieb die Qualität des Materials nicht zu unterschätzen ist. Bei der Verwendung der besten Kohle zeigt sich der geringste Verbrauch und ist der Betrieb am leichtesten regulirbar.

Der Gasdom.

Den zweiten und sehr wichtigen Theil des Destillationsapparates bildet der Helm oder Gasdom. In demselben werden die von den Gasen mitgerissenen Oeltropfen zurückgehalten, weshalb es auch von Vortheil ist, in den Helm Netze einzusetzen, die ein Ueberschleudern von Oel verhüten, gleichzeitig erfolgt hier eine Dephlegmation des Dampfes. In manchen Fabriken, speciell in Baku, findet sich sogar zwischen dem Helm und der Blase eine eigene Dephlegmationsvorrichtung eingeschaltet, um die mechanisch mitgerissenen schweren Oele zurückzuhalten; sie fließen entweder in den Kessel zurück oder werden direct abgezogen. Diese Einrichtung kann mit einigem Vortheil nur bei der Verarbeitung von petroleumarmen Rohölen verwendet werden.

Der Helm oder auch Gasdom hat die verschiedensten Formen und ist verschieden situirt. Von der veralteten Form, der bombirten Form mit Schwanenhals, wie man sie noch in vielen Zeichnungen sieht, ist man — wenigstens im Großbetriebe — abgegangen. Der Dom stellt meistens, wie aus den Fig. 97, 99 und 101 ersichtlich, einen Cylinder mit kreisförmigem oder elliptischem Querschnitt dar. Als Material wird gewöhnlich, der rascheren Abkühlung wegen, Schmiedeeisen verwendet, in selteneren Fällen Gußeisen. Die Größenverhältnisse müssen dem Fassungsraume des Kessels gemäß gewählt werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß ein zu kleiner Dom schlecht condensirt, da der Kessel ver-

[1]) Ueber die Verwerthung der Destillationsgase zu Heizzwecken, siehe Veith: Erdöldestillation. Chemiker- und Technikerzeitung 1891, Nr. 22.

hältnißmäßig mehr Gase entwickelt, als der Dom fassen kann, die, falls sie aus dem Kessel nicht entweichen können, eine Spannung in demselben hervorrufen, und eine Störung der Destillation verursachen. Bei zu großem Dom ist die Condensation gleichfalls eine mangelhafte, da die schweren Theile leicht mitgerissen werden können. Für die Rohöldestillation wird der Dom immer größer gehalten, wie für die Destillation der Rückstände, weil im ersteren Falle auf eine partielle Condensation Gewicht gelegt wird, während im zweiten Falle für eine rasche Abfuhr der Gase gesorgt werden muß.

Der Gasdom wird in der Regel an der höchsten Stelle des Kessels angebracht. Nur bei sehr großen Kesseln findet man ihn hier und da, ohne daß es dafür eine Begründung gäbe, an den Kesselseiten. Der Dom soll sich immer auf der der Kühlung zunächst gerichteten Seite des Kessels befinden, um eine kürzere Verbindung mit der Kühlvorrichtung zu erreichen. Doch findet man auch sehr viele Kessel, wo der Helm sich an der entgegengesetzten Seite oder in der Mitte des Kessels befindet. Die Verbindung des Domes mit der Kühlvorrichtung geschieht durch Röhren, deren Zahl und Form eine sehr verschiedene ist. Man findet als Verbindung sehr oft ein einzelnes conisches Rohr, das von der Seite des Helmes ausgehend, sich allmälig verjüngt, und an die Kühlvorrichtung anschließt, viel häufiger und vortheilhafter ist die Anordnung mehrerer Rohre. Sie bestehen aus drei- bis vierzölligen Gasröhren, die entweder vom Deckel oder von der Seite des Domes aufsteigen.

Wie aus Fig. 93 ersichtlich, können sogar 40 solcher Condensationsröhren vom Gasdome abzweigen. Die Verwendung vieler Rohre ist, weil die Condensationsfläche vermehrt wird, zweckmäßiger, als die eines einzelnen, noch so großen conischen Rohres; auch die Neigung der Condensationsröhren ist von Wichtigkeit, denn wenn man berücksichtigt, daß ein Theil der Condensation, und zwar der schwersten Oele, schon im Dome und in den Röhren durch Luftkühlung erfolgt, so ist es begreiflich, daß durch Neigung der Rohre ein Theil der Schweröle in den Kessel zurückfließen und sich an den überhitzten Kesselwänden zersetzen kann. Dies ist der Fall, wenn die Condensationsröhren eine noch so geringe Steigung erhalten. Es wird sich daher empfehlen, bei der Anlage der Destillationsapparate auf die Zusammensetzung des Erdöles Rücksicht zu nehmen. Hat man es mit petroleumarmen Oelen zu thun, dann wird man dem Dome einen mehr elliptischen Querschnitt geben und die Röhren mit einer kleinen Steigung zur Kühlvorrichtung führen. Dadurch werden die mitgerissenen Schweröle früher condensirt, fließen zurück, zersetzen sich und vermehren die Petroleumausbeute. Hat man es dagegen mit petroleumreichen Oelen zu thun oder werden die Rückstände weiter verwerthet, so werden horizontale Röhren oder selbst solche mit Gefälle verwendet.

Die Kühlung.

Die Kühler dienen zur Condensation der Dämpfe, die sich bei der Destillation des Roherdöles entwickeln. Die Wandungen der Kühler, die zur Ab-

sorption der latenten Wärme der Dämpfe dienen sollen, müssen aus einem die Wärme sehr gut leitenden Material hergestellt werden, daher immer aus Metall, gewöhnlich aus Kupfer oder Eisen. Die Kühlungserfolge sind von der Größe der zu kühlenden Fläche, und von der Temperatur der Umgebung abhängig, je niedriger die Temperatur der letzteren ist, um so kleiner kann die Kühlfläche sein und umgekehrt. Zur Kühlung wird gewöhnlich Wasser und nur ausnahmsweise Luft verwendet. Das Wasser bietet als Kühlmittel durch seine allgemeine Verbreitung und Billigkeit und vermöge seiner sehr großen Wärmecapacität, für die Condensation der Dämpfe ein unvergleichliches Material dar. In seltenen Fällen wendet man auch zur Kühlung Rohöl oder Rückstände an (im Winter z. B., wenn das Wasser in den Kühlern einfriert), wobei gleichzeitig eine Ersparniß an Heizmaterial durch Vorwärmung der letzteren stattfindet. In der Praxis werden Kühler von viel größerer Fläche verwendet, als es der Berechnung nach nothwendig wäre, um die Dämpfe bloß zu einer Flüssigkeit zu condensiren, da man auch die letztere so weit abkühlen will, damit die leichtesten Theile sich nicht verflüchtigen können. In manchen Fabriken von Baku und Amerika sollen angeblich die Destillate noch warm, ja in manchen Fällen heiß die Kühlvorrichtung verlassen, indem man das Kühlwasser nicht auswechselt, sondern es bis zum Kochen erhitzen läßt. Man will dadurch Destillate mit hohem Zündpunkt erhalten. Das Unvortheilhafte einer solchen Einrichtung ist leicht begreiflich, wenn man bedenkt, daß dies lediglich auf Kosten der Qualität und der Ausbeute geschieht.

Die Abkühlung geschieht an der Stelle, wo die Oeldämpfe die Rohrwand berühren, während im Inneren der Röhre keine eigentliche Condensation erfolgt. Man vermehrt daher die Condensationsfläche, indem man lange Rohrstränge nimmt und den Querschnitt verengt, da man dadurch die relative Kühlfläche vergrößert. Doch muß man berücksichtigen, daß bei zu engen Röhren, durch die Reibung in denselben, die Destillation und die Condensation gestört werden können. Bei den Rohrkühlern ist das Gegenstromsystem als das einzig empfehlenswerthe zu betrachten, in der Weise, daß das kalte Wasser beim Eintritt in die Kühlvorrichtung die schon vollständig condensirten Oele trifft und sie nur abkühlt, sich allmälig erwärmt und immer heißere, doch schon condensirte, Destillationsproducte trifft, so daß es bei seinem Austritte die Oeldämpfe eben noch zu condensiren im Stande ist.

Die Anwendung von Luft als Kühlung für Petroleum ist unpraktisch. In Folge ihrer geringen Wärmecapacität und ihres schlechten Wärmeleitungsvermögens müßten die Condensationsapparate um Vieles (nahezu 200 mal) größer sein, um denselben Condensationseffect zu ermöglichen, als Wasser. Nur im Winter kann Luft mit Vortheil verwendet werden, dagegen ist sie unumgänglich nothwendig bei der Erzeugung von Maschinenölen 2c. Hierüber soll später ausführlich gesprochen werden. Wo Wassermangel herrscht und große Temperaturdifferenzen zwischen den Jahreszeiten vorkommen, wird eine Combination der Wasser- und Luftkühlung benutzt.

Aus diesen allgemeinen Betrachtungen lassen sich, mit Rücksicht auf Leistungsfähigkeit einer Destillationsanlage, die Größenverhältnisse einer Kühlvorrichtung bestimmen. In der Form derselben findet man die größte Mannigfaltigkeit und

oft die abenteuerlichsten Einrichtungen. Ohne Rücksicht auf alle diese Formen, unterscheiden wir:

1. die Schlangenkühlung,
2. die Parallelrohrkühlung, und
3. die sehr wenig gebrauchte Kastenkühlung mit senkrechten Röhren, durch die das Kühlwasser circulirt.

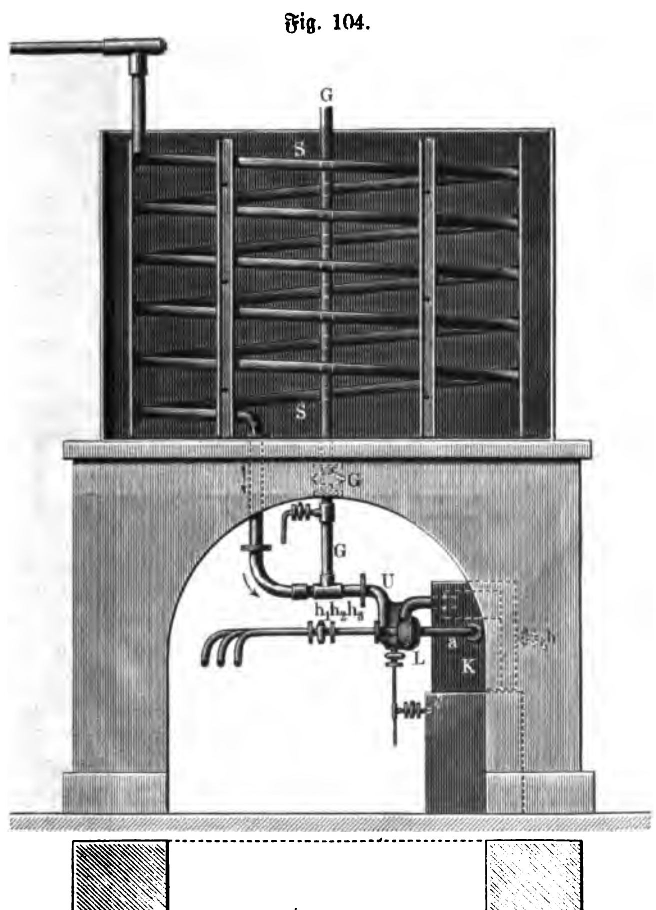
Andere Kühlvorrichtungen, wie z. B. mit Berieselung, wie aus Fig. 103 ersichtlich, sind kaum mehr in Verwendung. Bei *a b c d e* fließt das Kühlwasser in den Kasten *A*, bei *C* treten die Oeldämpfe ein, bei *D* das Condensat aus.

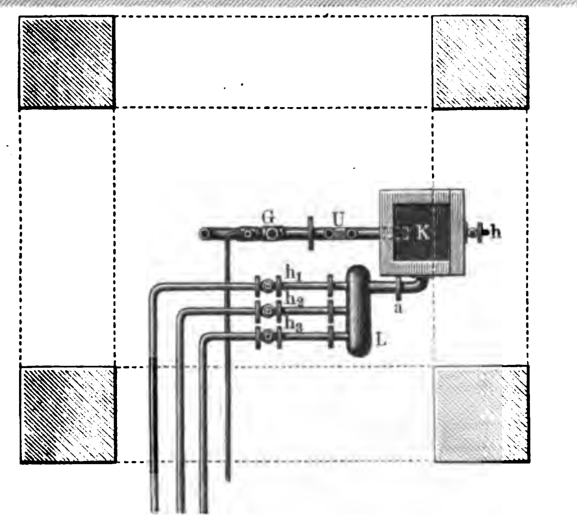
Die Schlangenkühlung bildet eine der gebräuchlichsten Arten der Kühlvorrichtungen. Die spiralförmig gewundenen Schlangen, wie sie früher in Verwendung standen, werden ihrer unpraktischen Form wegen nicht mehr gebraucht. Heute werden die sogenannten Schlangenkühler aus geradlinigen Röhren dargestellt, wobei für jedes vom Destillationsapparat ausgehende Condensationsrohr eine eigene Kühlung bestehen muß, die direct mit einander verbunden sind. In Fig. 104 ist die Einrichtung ersichtlich. Die Schlange *S* besteht aus geradlinigen Röhren, die durch Kniee mit einander verbunden sind. Die Zusammenstellung der einzelnen Röhren im Viereck geschieht in der Weise, daß jedes einzelne Rohr sich mit schwachem Gefälle dem vorhergehenden Rohr — unter rechtem Winkel — anschließt, so daß das Condensationsproduct langsam durchfließen muß und auf diese Weise vollständig gekühlt wird. Je nach der Menge der Destillationsproducte müssen auch die Dimensionen der Röhren und deren Zahl geändert werden, zu berücksichtigen ist, daß vermehrte Condensation die Ausbeute verbessert. So genügen für einen Kessel mit einem Fassungsraum von 500 bis 700 Barrels, Kühler, die aus Sechsrohrentouren bestehen, in einer Gesammtlänge von 300 m und 150 mm als durchschnittlichem Querschnitt, wobei die Länge eines jeden Rohrgliedes 1,8 bis 3 m beträgt und der anfängliche Durchmesser von 250 bis 200 mm sich bis auf 50 bis 80 mm verjüngt. Diese Verjüngung des Rohrsystemes ist am Platze, da durch die successive Condensation der Destillationsproducte die Volumina derselben sich allmälig verkleinern, so daß dem entsprechend auch die Röhren verjüngt werden können.

Fig. 103.

Die Kühlrohre werden durch Eisenconstructionen, gewöhnlich Schienen oder Träger zusammengehalten, und liegen gewöhnlich in einem schmiedeeisernen Kasten, seltener in einem Holzbottich. Die Wasserzufuhr geschieht am untersten Punkte, während das gewärmte Wasser durch ein Ueberlaufrohr aus dem Kasten

Fig. 104.





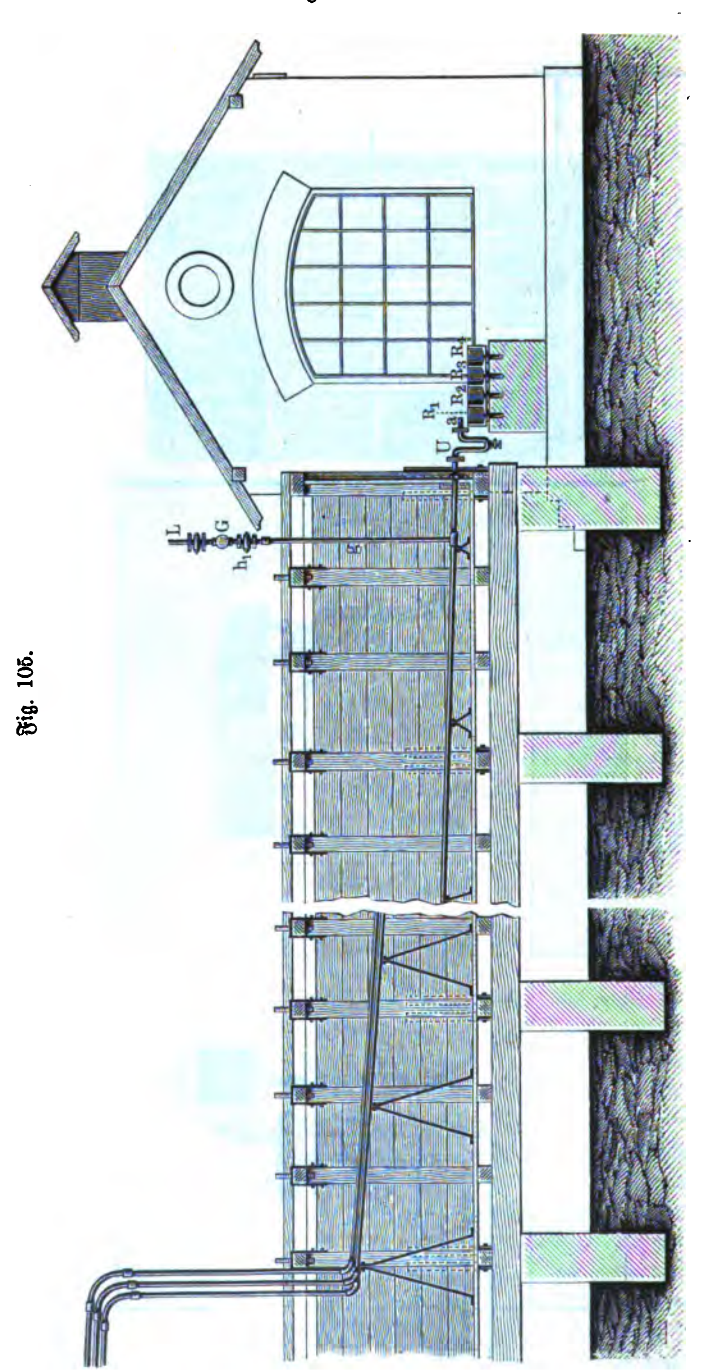
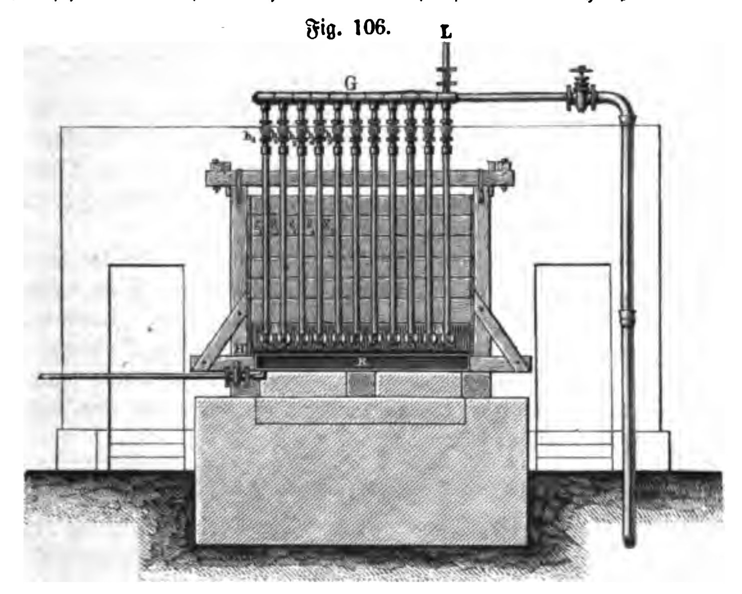


Fig. 105.

ablaufen kann. Trotz ihrer großen Verbreitung ist diese Kühlvorrichtung nicht in allen Fällen empfehlenswerth, ihr größter Vortheil besteht wohl darin, daß sie den geringsten Raum einnimmt, nachtheilig dagegen ist ihre Form, da — und dies gilt besonders für die spiralförmig gebogenen Röhren, aber auch für die Knie- und rechtwinkelig verbundenen Röhren — sich leicht Paraffin und Schwefel absetzen, woher Verstopfungen in den Röhren, und Störungen im Betriebe erfolgen. Man muß daher dafür sorgen, daß das Condensationswasser viel wärmer abläuft und es ist durch die Erfahrung bestätigt, daß bei dieser Condensationsvorrichtung viel mehr uncondensirbare Gase erhalten werden und auch die Destillate bei nachheriger Raffination sich ungünstiger verhalten.

Mit diesem nahe verwandt ist der von Engler (Dingl. polyt. Journ. **260**, 438) beschriebene Röhrenkühler aus Gußeisen mit 24 zu je vier über ein-

Fig. 106.



ander und je sechs neben einander liegenden und mit einander communicirenden Gußeisenröhren, die nach unten immer enger werden (von 20 zu 14 cm). Gesammtlänge pro Kessel 60 bis 100 m.

Die Parallelrohrkühlung. Wo die räumlichen Verhältnisse es gestatten, ist die zweite Art, die Parallelrohrkühlung, mit geradlinigen Röhren, mit Vortheil zu verwenden. In Fig. 105 und 106 sehen wir die Einrichtung dieses Systemes. Sie besteht aus einem geräumigen Holzkasten von 90 bis 100 m Länge aus wasserundurchlässigem Lärchenholz zusammengefügt. Der ganze Bau ruht auf kräftigen Pfeilern und muß durch Sprengwerk so verbunden werden, daß durch den Druck des Wassers und der Röhren, sowie durch die Temperaturveränderungen des Wassers keine nennenswerthen Undichtigkeiten an den Verbindungsstellen und keine Senkungen des Kastens stattfinden. An den Stirnseiten ruht der Kasten gewöhnlich auf einem kleinen Bau auf, in dem die später zu beschreibende Destillatvertheilung

geschieht. Die Anordnung der Kühlröhren ist eine sehr einfache. Vom Gasdome gehen die Luftcondensationsröhren mit geringer Neigung zur Kühlvorrichtung, biegen über derselben rechtwinkelig ab und gehen parallel mit schwachem Gefälle der ganzen Länge der Kühlvorrichtung nach bis zum Destillatvertheiler. Die Röhren ruhen auf Stützen, die allmälig niedriger werden. Die Röhren, die vom Gasdome gewöhnlich in einer Stärke von 76 mm ausgehen, verjüngen sich von 25 bis 25 m, bis sie endlich beim Austritte 38 bis 50 mm stark sind. Die Verbindung derselben unter einander geschieht durch Muffen, da eine Flantschenverbindung viel unsicherer ist. Aus dieser einfachen Anordnung ist es ersichtlich, daß ein Verstopfen schwer möglich und ihrer Länge wegen die Kühlung eine vollständige ist. Das Wasser tritt am untersten Ende der Kühlung nahe dem Boden ein und fließt am anderen Ende durch Ueberlauf ab. Reparaturen gehören bei dieser Anlage zur größten Seltenheit. Nur von Zeit zu Zeit, gewöhnlich ein- bis zweimal jährlich, wird das Wasser ganz abgelassen, um die Röhren von dem sie umgebenden Schlamm zu reinigen.

Die dritte, nur sehr wenig gebräuchliche Form der Kühlung, ist der Kastenkühler, bestehend aus einem vollständig geschlossenen Kasten mit senkrechten Röhren, durch die das Wasser circulirt, während die Condensation der Oeldämpfe im Kasten geschieht, begreiflich ist es, daß hier die Kühlung nur eine sehr unvollkommene und ungleichmäßige sein kann.

In neuerer Zeit sollen einige Fabriken mit ziemlichem Erfolge die Oberflächenkühlung nach dem System von Lawrence verwenden. Diese besteht aus einem schmalen, hohen Kasten, dessen beide Längswände aus gewelltem, gut leitendem Metall bestehen. An der Innenseite circuliren die Oeldämpfe, wogegen an der Außenseite fortwährend kaltes Wasser herabrieselt und durch seine Verdampfung die Temperatur des Oeles herabsetzt, wodurch eine kräftigere Condensation bewirkt werden soll.

Destillatvertheilung und Auffangen der gasförmigen Producte.

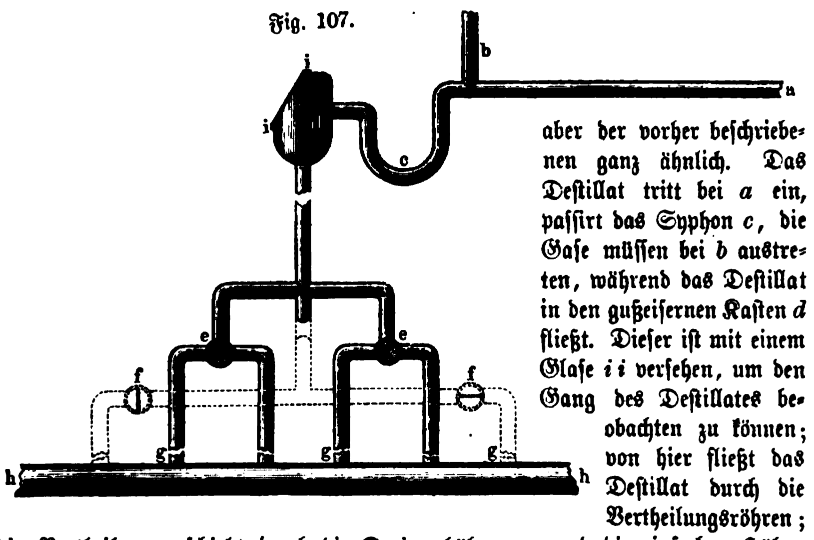
Der Ablauf der Destillate aus den Kühlröhren wird verschieden regulirt. In der einfachsten Weise fließen sie aus dem Kühlrohr direct in das Aufbewahrungsgefäß; die uncondensirbaren Gase treten an dem Rohrende aus. In gut eingerichteten Fabriken geschieht an dieser Stelle die Vertheilung der Producte ihren Eigenschaften nach, entweder offen oder durch eine geschlossene Einrichtung, und erfolgt hier die Trennung und Wegschaffung der Gase. In den Fig. 104, 105, 106 und 107 sind einige Anordnungen ersichtlich.

In Fig. 104 tritt das Condensationsproduct aus der Kühlung durch das U-förmige Rohr *U* in den Kasten *K* ein. Durch dieses U-förmige Syphon wird das Gas gehindert, mit dem Oele auszutreten, das gleichsam einen automatischen Flüssigkeitsverschluß bildet. Das Gas wird gezwungen, durch das Verticalrohr *G* ins Freie zu streichen, oder es wird durch Absperren eines Hahnes in diesem Rohre und durch Oeffnen eines solchen in der Abzweigung vom Rohre *G* entweder in den Gasometer gelassen oder weiter geleitet, und verbrannt. Das Destillat tritt in den Kasten *K*, das mit verdampfte und condensirte Wasser setzt sich ab, wird von Zeit zu Zeit bei dem Hahn *h* abgelassen, während das Oel

durch das Rohr a und durch den Vertheiler L abfließt. Dieser Vertheiler besteht aus einem gußeisernen Rohre, an dessen Seiten sich drei oder mehr Stutzen mit den Hähnen h_1 h_2 h_3 &c. befinden; von den letzteren führen die Rohrleitungen in die Destillatreservoirs. Zur Reinigung des Syphons U und des Kastens K befinden sich an ihren unteren Theilen kleine Hähne, bei denen der Schlamm &c. abgelassen wird. Bei dem Kasten K, der mit verglasten Thürchen versehen ist, kann man die jeweilige Farbe und den Lauf des Destillates controliren. Hier können die specifischen Gewichte bestimmt werden und durch Umstellung der Hähne h_1 h_2 h_3 das Destillat in ein beliebiges Reservoir eingelassen werden.

Eine andere geschlossene Vertheilungsart sehen wir schematisch in Fig. 107 dargestellt. Dies ist eine in Amerika sehr gebräuchliche Form, in ihrem Principe

Fig. 107.



aber der vorher beschriebenen ganz ähnlich. Das Destillat tritt bei a ein, passirt das Syphon c, die Gase müssen bei b austreten, während das Destillat in den gußeisernen Kasten d fließt. Dieser ist mit einem Glase i i versehen, um den Gang des Destillates beobachten zu können; von hier fließt das Destillat durch die Vertheilungsröhren; die Vertheilung geschieht durch die Dreiweghähne e e, und die einfachen Hähne f f. Durch die Röhren g g g fließt das Destillat in die Sammelgefäße. In den Fig. 105 und 106 ist eine offene Vertheilungsart ersichtlich. Bei genügender Kühlung und vollständiger Scheidung der Gase ist sie der geschlossenen Vertheilung in vielen Fällen vorzuziehen. Die Separation der Fractionen ist eine einfachere, und wenn mehrere Kessel im Betriebe sind, eine Uebersicht über den Verlauf und die Qualität der Destillate leichter möglich. Die Anordnung ist, wie aus der Zeichnung ersichtlich, eine sehr einfache. Die Destillate treten aus den Kühlröhren a a a an der Stirnseite des Kühlkastens in dem kleinen Gebäude aus, passiren das Syphonrohr U und fließen ihrer Qualität nach — durch Ansetzen kleinerer oder größerer Blechröhren regulirbar — in die Rinnen R_1 R_2 R_3 R_4. Diese Rinnen bestehen aus Gußeisen, laufen parallel mit der Stirnwand des Kühlers und sind ebenso lang wie dieser. An ihrem einen Ende tragen die Rinnen einen Stutzen mit einem Hahn H, durch dessen Umstellung die Vertheilung des Destillates erfolgt.

Die Kühlröhren a a a tragen von ihrem Austritte aus der Kühlvorrichtung die Verticalröhren g_1 g_2 &c. mit den Hähnen h_1 h_2 h_3.

Das durch das Syphon abgesperrte Gas steigt bei diesen Röhren auf und — wenn die Hähne geöffnet sind — durch das gemeinsame Horizontalrohr *G* in den Gasrecipienten, um von hier zu Beleuchtungs- und Beheizungszwecken verwendet zu werden.

Wenn die Leuchtgasentwickelung am Anfange des Betriebes noch eine geringe oder gegen Ende des Betriebes eine so stürmische ist, daß der Gasometer die Menge nicht fassen kann, dann wird der Lüftungshahn *L* geöffnet und das Gas strömt ins Freie.

Destillatreservoirs.

Durch die Vertheilungsröhren fließt das Destillat in die Sammelgefäße. Zahl und Größe derselben hängt von der Art des Betriebes ab, so daß sich hierfür keine Vorschriften geben lassen. Als allgemeiner Grundsatz für die Anlage derselben gilt Folgendes: Der Gesammtfassungsraum der Gefäße soll zum mindesten dem der Destillirkessel gleich sein, und zwar hauptsächlich aus Sicherheitsrücksichten; da sie sich in genügender Entfernung von denselben befinden müssen, bilden sie den ersten und sichersten Aufbewahrungsort für das Oel, und wenn ein Kessel zu rinnen anfängt, läßt man in solchen Fällen den Inhalt desselben durch eine provisorische Nothleitung in die Sammelgefäße ab. Häufig pflegt es vorzukommen, daß der Kesselinhalt durch den Siedeverzug von Wasser im Erdöl, aus dem Kessel ausgetrieben wird (als „puck" bezeichnet).

So weit über den Fassungsraum. Entsprechend den Producten, die man erzeugt, variirt auch die Zahl derselben.

Die Sammelreservoirs sind verschieden construirt, gewöhnlich liegend und cylindrisch, ähnlich dem Walzenkessel, oder dosenförmig und von stehend cylindrischer Form, in den meisten Fällen geschlossen, mit Mannlöchern versehen, seltener offen. Das verwendete Material ist in der Regel Eisen, doch werden sie auch aus Holz gemacht. Aus Betriebsrücksichten werden sie tiefer, gewöhnlich unterirdisch angelegt, um den Destillaten einen freien Fall aus dem Vertheiler zu ermöglichen. Sie sind mit diesem durch Rohrleitungen mit schwachem Gefälle verbunden und sind, je nachdem das Destillat aus ihnen weiter befördert werden soll, entweder mit einer Saugleitung, die mit der Pumpe in Verbindung ist, versehen, oder sie werden, wenn das Destillat montejusirt wird, stärker gebaut, und besitzen eine Luft- und eine Oeldruckleitung. Auch tragen sie in dem Falle ein Sicherheitsventil, das bei eventuellem Ueberdruck abbläst. Gewöhnlich sind die Sammelgefäße mit einer Dampfschlange versehen, um das Gefrieren oder Stocken des Inhaltes zu verhüten, am untersten Ende befindet sich eine Ablaßvorrichtung für das abgeschiedene Wasser. An dieser Stelle sei eine Anordnung beschrieben, die sich in der Praxis sehr gut bewährt, wenn es sich darum handelt, aus Gefäßen, wo sich zwei Flüssigkeiten verschiedenen specifischen Gewichtes befinden (Oel und Wasser), die eine oder die andere auszupumpen. Zu diesem Zwecke trägt das Saugrohr, das nahezu bis an den Boden des Gefäßes taucht, ein bewegliches Doppelknie mit einem horizontalen Rohre. Durch Heben oder Senken desselben kann in jedem Niveau ein Absaugen der Flüssigkeit stattfinden.

Gang der Destillation.

Die Destillation des Rohöles wird periodisch oder continuirlich geführt. Letztere soll den Gegenstand einer eigenen Besprechung bilden. Die periodische Destillation wird überall und selbst in den größten Fabriken angewendet, wo die Rohölzufuhr keine stetige und genügend große ist. Sie wird also unter allen Umständen angewendet, wo sich die Fabriken nicht in der Nähe der Productionsstätten befinden, oder in der Nähe solcher, wo die Rohölgewinnung keine regelmäßige ist.

In schon beschriebener Weise geschieht die Füllung der Destillirkessel entweder durch Pumpen oder von den höher gelegenen Behältern aus. Je nach der Kesselform ist die Füllhöhe verschieden; sie schwankt zwischen $^3/_4$ bis $^4/_5$ der Kesselhöhe, um der Ausdehnung des Oeles einen Spielraum zu geben. Das Roherdöl gelangt entweder kalt, oder vorgewärmt durch die Rückstände in die Kessel; hierauf beginnt der eigentliche Destillationsproceß.

Es werden sämmtliche Schieber der Heizanlage geöffnet, um einen kräftigen Zug zu ermöglichen, und die Heizung beginnt. Diese muß anfänglich eine sehr schwache sein, denn vorhandenes Wasser, das sich durch ein verdächtiges Klopfen bemerkbar macht, ist im Stande, wenn nicht genügend leerer Raum vorhanden ist, den Kesselinhalt hinauszuschleudern. Bei langsamem Feuer wallt die Flüssigkeit, ohne Schaden anzurichten, und bei der Kühlvorlage zeigen sich die ersten Spuren des leichtflüssigsten Oeles und Wasser. Letzteres tritt immer stärker auf, bis das Wasser im Kessel vollständig ins Sieden kommt. Man bezeichnet diesen Moment als das „Kochen des Kessels". Dann fällt plötzlich die Wassermenge, und ein ruhiger, gleichmäßiger Strom von Destillat tritt bei den „Outlets" aus. Nun wird das Feuer verstärkt und nur, wenn benzinhaltige Oele destillirt werden, so lange zurückgehalten, bis die Umstellung auf Leuchtöl erfolgt. Von hier ab wird voll geheizt und während der ganzen Leuchtöldestillation ein kräftiges Feuer erhalten. Wenn die Destillation schon so weit vorgeschritten ist, daß die specifisch schwereren und dunkleren Oele auftreten, wird das Feuer verlangsamt und das Destillat fließt sogar bei den größten Destillationsanlagen nur in einem fingerdicken Strahle ab. In diesem Stadium der Destillation findet ein Zersetzen des Oeles, das „Oil cracking", statt. Ist man in der Lage, in dieser Weise bei gedämpftem Feuer die Destillation zu erhalten, so gelingt es, einen großen Theil der Schweröle in leichte Oele umzuwandeln und dem Petroleum beizumischen.

Je nach der Provenienz des Oeles müssen diese allgemeinen Vorschriften verändert werden. Bei petroleumärmeren Oelen, deren Rückstand nicht sehr werthvoll ist, muß die Destillation ungleich stärker getrieben werden und die Zersetzung der Schweröle kann viel länger durchgeführt werden, als bei petroleumreichen Oelen, oder von solchen, deren Rückstand für die Schmierölfabrikation sehr werthvoll ist, da letzterer durch diese Zersetzung der Schweröle qualitativ sehr leidet.

Als Destillationsproducte erhält man in der Regel zwei Hauptgruppen: a) die Leuchtöle, Essenzen oder gewöhnlich Benzin genannt; b) das Leuchtöl oder Petroleum. In seltenen Fällen wird man in dem Rohölkessel nach dem Petroleum

noch auf Schweröle destilliren. Sie bleiben in dem Rückstande, der abgelassen und dann für sich weiter verarbeitet wird.

Das bei der Rohöldestillation gewonnene Rohbenzin kann selten als solches verwendet werden. Gewöhnlich wird es in den später zu beschreibenden Apparaten einer nochmaligen Redestillation und Reinigung unterworfen. Manchmal wird aber schon bei der Rohöldestillation eine Fractionirung der Essenzen durchgeführt und diese dann entweder als solche verwendet oder einer chemischen Reinigung unterworfen. Man fängt in der Regel die leichtflüchtigsten als Petroleumäther ꝛc. auf, erhält auch Gasolin und Ligroin. Doch ist von dieser Betriebsweise entschieden abzurathen, da die so gewonnenen Producte sich als minderwerthig erweisen und es unausbleiblich ist, daß mit diesen leichten Producten auch schwere Oele mitgerissen werden, so daß sie niemals fettfrei und wasserhell gewonnen werden können. In jeder gut eingerichteten Fabrik, die benzinhaltige Rohöle verarbeitet, wird bei der Rohöldestillation nur ein leichtes Product, das Rohbenzin, gewonnen. Der Punkt der Umstellung ins Petroleum läßt sich nicht fixiren. Von den örtlichen Verhältnissen, von den gesetzlichen Vorschriften über die zulässige Zündlichkeit des Petroleums und von den Handelsusancen hängt die Qualität des Productes und damit die Fractionirung desselben ab. Man wird dort, wo auf das specifische Gewicht und den Zündpunkt kein großer Werth gelegt wird, trachten, so viel als möglich von den schwersten Antheilen der Essenzen in das Petroleum hineinzubringen und durch Zusatz von Schwerölen das Gewicht zu erhöhen. An anderen Orten wird man so viel Benzin abscheiden als nothwendig ist, um ein gutes Handelsproduct darzustellen. Nahezu in allen civilisirten Ländern gilt der deutsche Reichstest von 21° Abel als die erlaubte Grenze [1]). Gewöhnlich kann das specifische Gewicht 0,740 bis 0,760 als der Punkt bezeichnet werden, bei dem eine Umstellung in Leuchtöle stattfinden soll — beiläufig einem Siedepunkt von 150° entsprechend. — Die Eigenschaften, das specifische Gewicht des ersten Destillationsproductes, des Rohbenzins (auch Rohnaphta genannt), sind variabel. Gewöhnlich ist es eine leicht bewegliche, vom mitgerissenen Rohöl gelblich gefärbte Flüssigkeit mit durchdringendem Geruch, verursacht durch die Anwesenheit von einem leicht flüchtigen, schwefelhaltigen Körper (CS_2? ꝛc.); das durchschnittliche specifische Gewicht schwankt zwischen 0,700 bis 0,730.

Das zweite Hauptproduct der Destillation besteht aus dem Petroleumdestillat; wenn aus einem bestimmten Erdöl nur eine Durchschnittsqualität erzeugt werden soll, dann wird keine weitere Fractionirung durchgeführt und einfach so lange, als es die Farbe, das specifische Gewicht und die Zündlichkeit erlauben, destillirt. Gleichwie die Grenze variabel ist, bei der das Destillat zum Petroleum genommen wird, verhält es sich auch mit der oberen Grenze. Gewöhnlich regulirt sie sich nach dem durchschnittlichen specifischen Gewicht, welches das Petroleumdestillat haben muß, um marktfähig zu sein. Dieses durchschnittliche specifische Gewicht ist je nach der Provenienz verschieden. In Amerika werden die Handelssorten mit einem Gewicht von 44 bis 45° B. (0,805 bis 0,810 specif. Gew.) erzeugt, während die russischen Petroleumsorten 41 bis 42° B. (0,820 bis

[1]) Siehe sechstes Capitel der Untersuchungen.

0,824 specif. Gew.) schwer sind. Galizisches und rumänisches Petroleum hat gewöhnlich 43 bis 44° B. (0,810 bis 0,815 specif. Gew.).

Ohne eine allgemeine Vorschrift geben zu können, gilt als Petroleumdestillat das zwischen den specifischen Gewichten 0,750 bis 0,860 resp. 0,870 gewonnene Product. Wenn man neben gewöhnlichen Handelssorten noch besondere Qualitäten erzeugen will, muß auch die Fractionirung geändert werden. Will man z. B. aus hierzu geeigneten Erdölsorten, wie pennsylvanisches, ein specifisch sehr leichtes und dennoch sehr hoch siedendes Petroleum (Kaiseröl, White rose Oel ꝛc.) erzeugen, dann werden die ersten Theile des Petroleums für sich fractionirt und zur Erzeugung dieser Sorten die Herz- resp. Kerntheile, auch Mittelsprung der Destillation genannt, wieder für sich aufgefangen. Die hierauf folgenden Fractionen werden entweder mit den ersten vereinigt und auf minderwerthige Sorten, oder für sich anderweitig verarbeitet.

Das Destillat ist in seinen Eigenschaften sehr verschieden. Es stellt im Allgemeinen eine leicht bewegliche, gelb bis braungelb, manchmal rothbraun gefärbte Flüssigkeit dar, die stark fluorescirt, gewöhnlich ins Blaue, seltener ins Grüne, bei zu rascher Destillation. Der Geruch ist je nach der Provenienz und der Erzeugung verschieden, manchmal stark an benzin- und schwefelhaltige Verbindungen erinnernd, oft, und dies gilt von Oelen, die stark sauerstoffhaltig sind, haben diese den charakteristischen Kreosotölgeruch, andere, wie z. B. russische, haben einen angenehmen, an Campher erinnernden Geruch. Das specifische Gewicht schwankt innerhalb der Grenzen 0,795 (bei Kaiseröl ꝛc.) bis 0,830 bei den minderwerthigen russischen Petroleumsorten.

Der Flammpunkt der Destillate ist auch verschieden, gewöhnlich liegt er bei 21° C. Abeltest, wobei bemerkt werden muß, daß der Flammpunkt der Destillate nach der Reinigung, in Folge der Einwirkung von Luft, steigt, in manchen Fällen um 4 bis 5° C. Russische Oele haben als Destillate einen Flammpunkt von 26 bis 29° C. Die Destillate müssen, um marktfähig gemacht zu werden, einer zweiten Procedur, der Reinigung mit Chemikalien, unterworfen werden.

Verarbeitung der leichten Essenzen auf Benzin ꝛc.

Bei der Roherdöldestillation wird vor dem Petroleum das Rohbenzin gewonnen. Dasselbe besteht aus einem Gemenge leichtest flüchtiger Kohlenwasserstoffe von den specifischen Gewichten 0,630 bis 0,745. Bei Höfer[1]) finden wir folgende Eintheilung derselben:

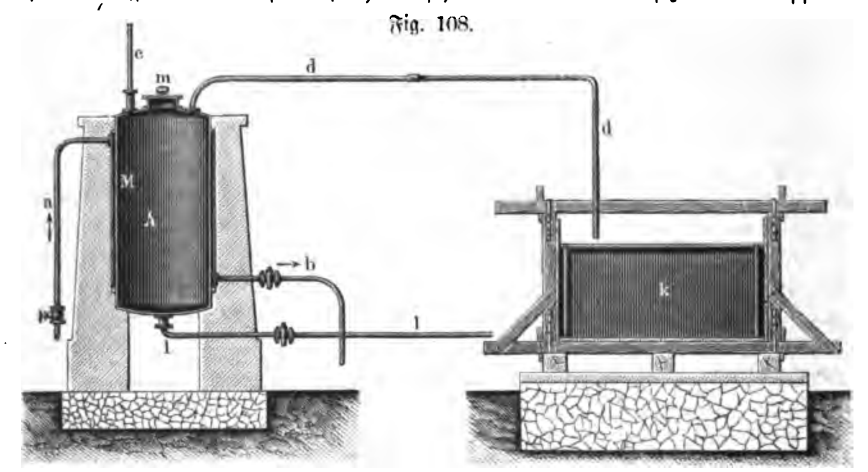
1. Den Petroleumäther (Rigolen, Scheerwood oil), er siedet schon bei gewöhnlicher Temperatur, verflüchtigt sich ganz bei 70° C. Hierher gehören die zwischen 0,635 bis 0,660 liegenden Antheile. Er wird in amerikanischen Raffinerien auch als C-Naphta bezeichnet. 2. Gasolin (Canadol, B-Naphta), der zwischen 0,650 bis 0,680 liegende Antheil, mit den Siedetemperaturen zwischen 70 und 80°. 3. Die A-Naphta, auch Benzin, Ligroin genannt, zwischen den specifischen Gewichten 0,680 bis 0,720 gelegen, entsprechend den Siedepunkten

[1]) Höfer: „Erdöl und seine Verwandten“, S. 59.

von 80 bis 120° C. 4. Das Putzöl ist der zwischen dem Ligroin und dem Petroleum liegende Antheil mit dem specifischen Gewicht von 0,730 bis 0,740. Diese Eintheilung ist allgemein in Anwendung. Doch muß bemerkt werden, daß sie nicht überall und für dieselben Fractionen verwendet wird, so daß die Fabrikate mit gleichen Eigenschaften selten mit ihren Namen übereinstimmen oder umgekehrt.

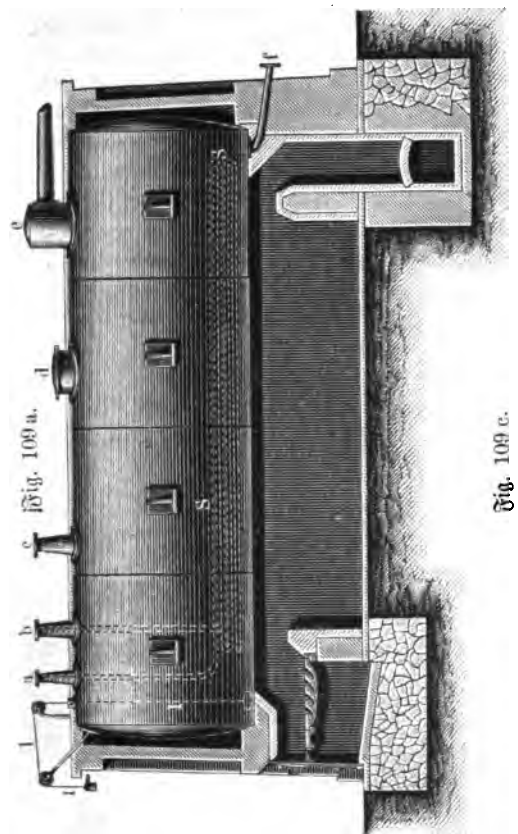
Die Weiterverarbeitung des Rohbenzins besteht in einer Redestillation, gewöhnlich mit indirectem Dampf und hierauf folgenden chemischen Behandlung der erhaltenen Producte. In Fig. 108 sehen wir die einfachste Form eines Rectificationskessels *A*. Derselbe ist cylindrisch und vertical und besitzt einen Doppel-

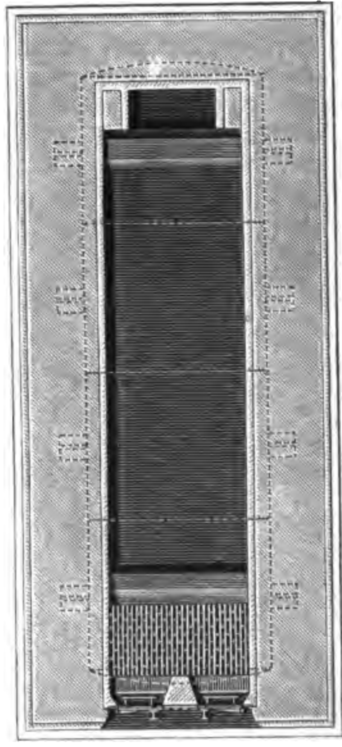
Fig. 108.





mantel *M*, durch den der gespannte Dampf einströmt; manchmal befindet sich zur Unterstützung der Destillation eine Dampfschlange im Inneren des Kessels. In der Richtung *a* strömt der Dampf mit einer Temperatur von 130 bis 140° C. ein. In der Richtung *b* strömt er mit dem Condensationswasser aus. *c* ist die Fülleitung für das Rohbenzin, *m* ein Mannloch, *l* die Ablaßleitung für den Benzinrückstand, *d d* die Condensationsleitung für die Benzindämpfe, *k* der Kühlkasten. Die Destillation geschieht in der Weise, daß der Kessel bis zu $^{3}/_{4}$ der Höhe mit Benzin gefüllt wird, worauf der Mantel- und Schlangendampf eingelassen wird. Sofort zeigen sich Tropfen der leichtflüchtigen Theile bei der Kühlvorrichtung. Die Destillationsproducte müssen sofort in Ballons oder Fässer laufen oder durch einen geschlossenen Vertheilungsapparat ebenfalls in geschlossene unterirdische oder gegen die Sonnenhitze gut geschützte Reservoirs. Von hier kommen sie entweder sofort zum Versandt oder es werden die schweren Essenzen und zwar die B- und A-Naphta noch gereinigt. Zurück bleibt im Kessel etwas Wasser und ein Rückstand, bestehend aus den höher siedenden Bestandtheilen der Essenzen und den bei der Roherdöldestillation mitgerissenen Petroleumfractionen,


Fig. 109 a.


Fig. 109 c.

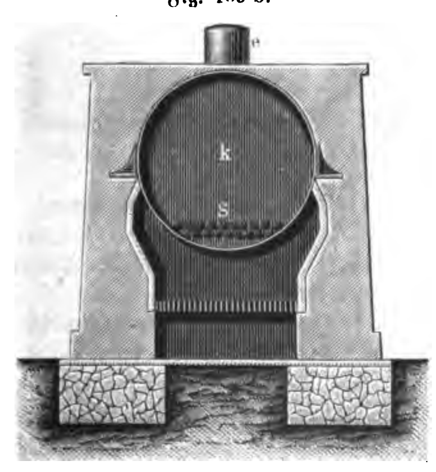
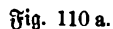
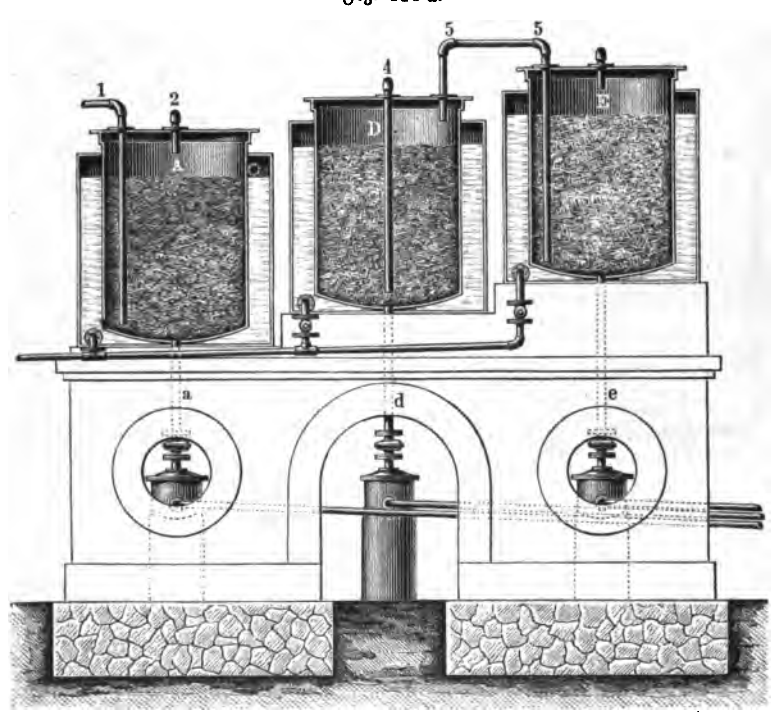


Fig. 109 b.

der durch die Ablaßleitung *b* anstandslos zu dem Petroleumdestillat abgelassen werden kann. Mit dieser Vorrichtung ist man wohl in der Lage, verschiedene Benzinfractionen darzustellen, aber die allerleichtesten, die gewonnen werden, sind selten unter 0,650 bis 0,660 schwer. Als Nachtheil dieses Apparates ist zu bezeichnen, daß die Producte nicht vollkommen fractionirt sind, d. h. jede der Fractionen enthält gleichzeitig nieder und höher siedende Antheile, ein Uebelstand, der zum Theil auf seine verticale Anordnung zurückzuführen ist.

In den Fig. 109 a b c (a. v. S.) ist eine veränderte Benzinrectification ersichtlich, bei der die Gewinnung nieder siedender Essenzen leichter möglich ist. Die Rectification geschieht hier mit Schlangendampf und ist unterstützt durch ein schwaches directes Feuer; *k* ist der liegende, cylindrische Kessel, *b a* sind die Ein- und Ausströmungsöffnungen für sehr hoch gespannten Dampf, der in der horizontalen, 40 bis 50 m langen Kupferschlange *S* circulirt, *c* ist der Füllstutzen, *d* das Mannloch, *e* der Helm, *l* der Schwimmer, *f* die Abfüllvorrichtung für den Benzinrückstand. Aus der Zeichnung ist die Betriebsart ohne Weiteres ersichtlich. Der Kessel wird bis zu $^4/_5$ der Höhe gefüllt, hierauf ein sehr schwaches Feuer


Fig. 110 a.



unterhalten, um eine zu starke Condensation des Dampfes zu verhindern. Der heiße Dampf wird bei *a* eingelassen, circulirt durch die Schlange *S*; der Betrieb ist ein sehr intensiver und gleichmäßiger. Die Condensation, die sich der Redestillation ohne Weiteres anschließt, ist eine verschiedene.

In den Fig. 110 a b c und d (a. S. 156) ist eine Condensationsvorrichtung dargestellt, die mit besonderem Vortheile dort angewendet werden kann, wo es sich um die Gewinnung sehr leichtflüchtiger Producte handelt und wo die richtige Fractionirung, d. h. gleichmäßige und zwischen nicht zu großen Intervallen liegende Anfangs- und Endsiedepunkte der Flüssigkeit von Wichtigkeit sind. Das Princip dieser Condensation, die als partielle bezeichnet werden kann, ist ein sehr originelles. Es

Fig. 110 b.

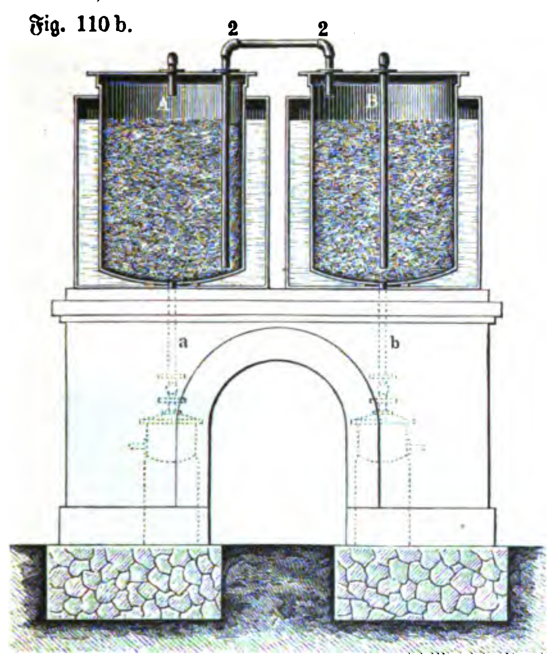
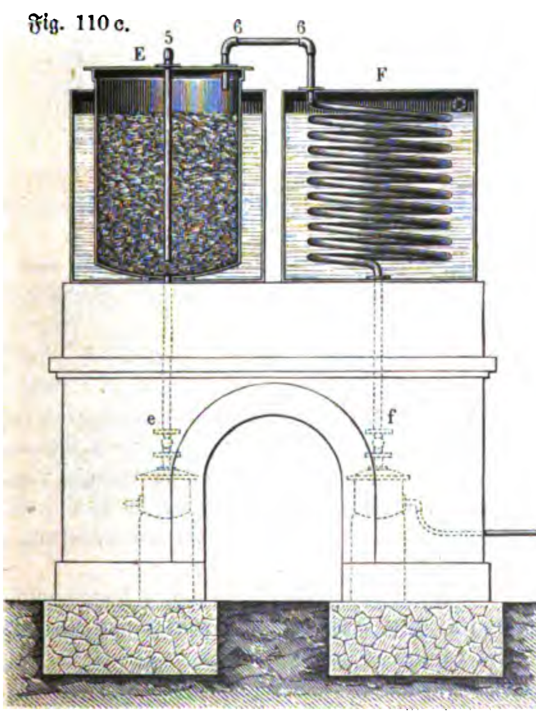


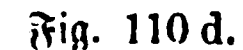
Fig. 110 c.

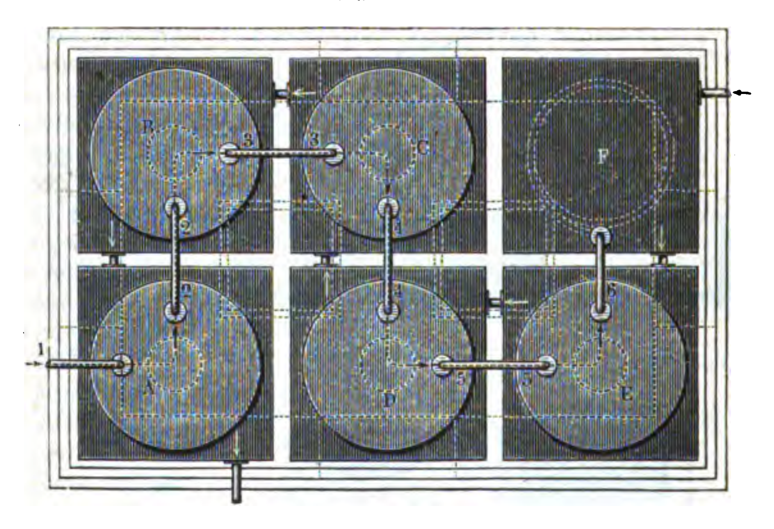


besteht in der Eigenschaft der Essenzen, bei Gegenwart von Körpern mit großen Oberflächen, wie z. B. Eisendrehspäne, rasch zu sieden. Auf diesem Grundsatz basirend, ist der nachfolgend beschriebene Apparat eingerichtet. *ABCDE* sind cylindrische Eisengefäße, mit einem Eisendeckel hermetisch verschlossen. Bis zu $^3/_4$ des Inhaltes sind sie mit gut gereinigten und entfetteten Eisendrehspänen gefüllt. Außerdem befinden sie sich in Kühlkästen, die fortwährend mit Wasser gefüllt werden. *F* ist eine Kühlschlange, gewöhnlich aus Zinn, ebenfalls in einem Kühlkasten, der zur größeren Abkühlung auch mit Eis gefüllt wird. Die ganze Anlage ist stufenförmig angeordnet, wobei immer zwei Kühlkästen, in dem Falle *A* und *B*, dann *C* und *D* und endlich *E* und *F* in einem Niveau liegen. Die Kühlung geschieht durch ein Gegenstromsystem, welches durch einen Ueberlauf regulirbar

ist, in der Weise, daß das kältere Wasser bei *F* eintritt und dann *EDCB* und *A* passirt, um hier auszutreten. Von den Cylindern geht ein Verticalrohr *a* bis *f* zu dem geschlossenen Destillatvertheiler ab und von hier in die geschlossenen Sammelgefäße.

Der Betrieb ist folgender: Bei 1 treten die Dämpfe in den Kühlcylinder, und, während sich ein kleiner Theil, der allerschwerste, condensirt und bei *a* abfließt, verdampft der größte Theil auf den Eisendrehspänen und geht nach *B* über. Hier findet ein ähnlicher Vorgang statt; der verdampfte Theil geht nach *C* über, von da nach *D*, von *D* nach *E*, überall fließen die condensirten Producte


Fig. 110 d.



ab, die immer leichter und flüchtiger werden, in *F* werden die allerflüchtigsten Theile condensirt, während die uncondensirbaren als Gase abgehen.

Bei den Röhren *a* bis *f* sind die Hähne geschlossen und werden von Zeit zu Zeit, wenn in den Cylindern genügende Mengen condensirter Producte sind, geöffnet und diese abgezogen.

Eine für technische Zwecke sehr gut verwendbare und gebräuchliche Rectificationsmethode besteht in der Destillation mit Colonnenapparaten. Nahezu alle für die Spiritusraffination und Benzoldestillation verwendeten Apparate lassen sich mit unwesentlichen Modificationen auch für die Fractionirung des Petroleums auf Benzin anwenden, wobei stehende Blasen schon aus dem Grunde unzweckmäßig sind, weil deren wirksame, d. h. verdampfende Heizfläche, im gleichen Maße, wie die Füllung der Blase abnimmt, und mit steigenden Siedepunkten, eine immer kleiner werdende Heizfläche erhalten wird [1]).

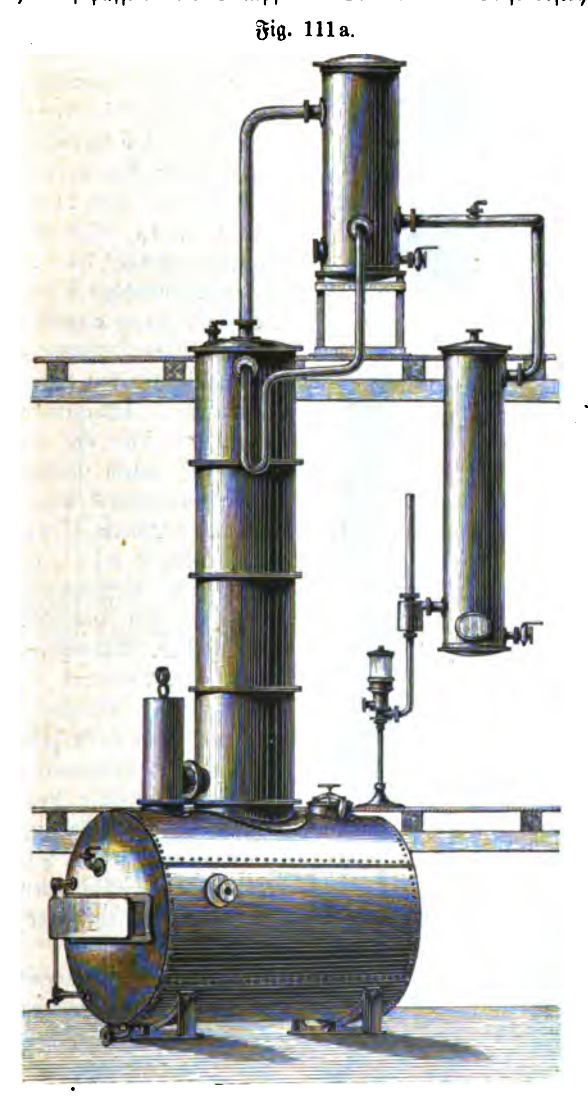
Unter den verschiedenen Systemen ist der Heckmann'sche Naphtadestillator der gebräuchlichste. Fig. 111 a stellt einen solchen Apparat mit horizontaler

---

[1]) Veith: „Ueber Benzinrectification." Dingl. polyt. Journ. 282, 159.

Destillirblase, Fig. 111 b, a. f. S., mit verticaler *B* dar. Die Destillation geschieht mit Schlangendampf, bei *a*, *d* und *e* einströmend. Ehe die Dämpfe in die Colonne *C* gelangen, passiren sie den Dom *D*, um theilweise condensirt zu werden, hierauf passiren die Dämpfe die Colonne *C*. Diese besteht aus einem Blechcylinder mit horizontalen Eisenplatten *g*, deren Oeffnungen mit Klappen zum Theil geschlossen sind. Die Dämpfe streichen durch die Oeffnungen der Platten, condensiren sich theilweise, die Condensationsflüssigkeit läuft zurück, während die uncondensirten Producte durch *n* in den Condensator *S* gehen, wo die eventuell wieder condensirten Producte durch das Rücklaufrohr *r* zurückfließen können. Die Dämpfe passiren hierauf durch *v* den Kühler *K* und fließen von hier in die Apparate *A* ab. Aehnlich eingerichtet ist der Heckmann'sche Destillationsapparat mit stehender Destillationsblase (Fig. 111 b).

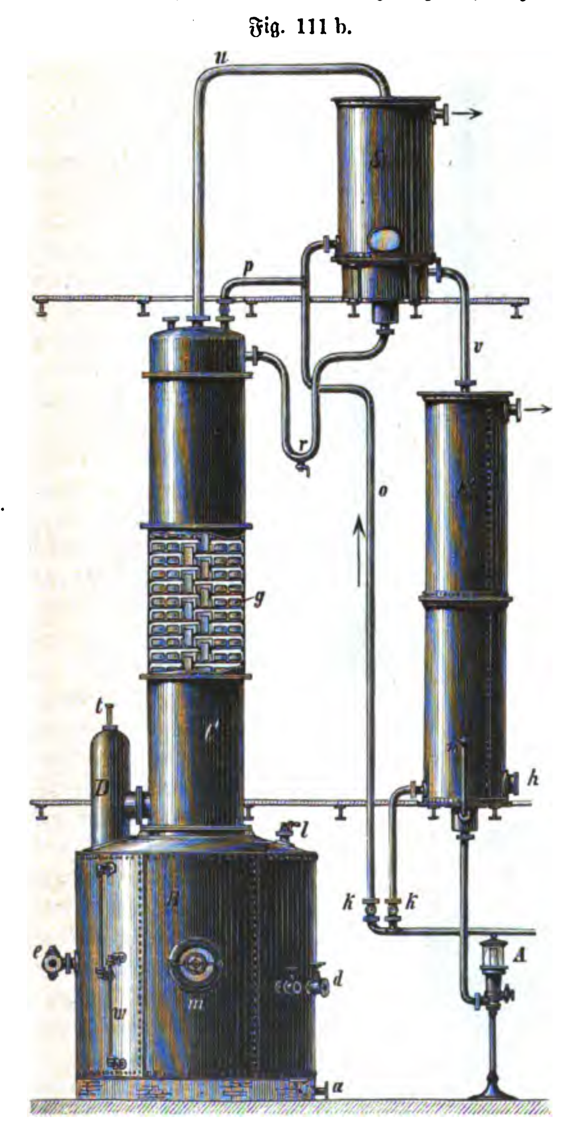
Fig. 111 a.



Die rectificirten Producte haben nunmehr nahezu all' die Eigenschaften, die sie verwendbar machen, doch so sorgfältig auch die Rectification erfolgt, haben die Essenzen, und zwar die C-, B- und A-Naphta, den eigenthümlichen Destillatgeruch. Es ist dies ein unangenehm stechender Geruch, der sich besonders dann zeigt, wenn die Essenzen sich vollständig verflüchtigen, somit als fettfrei gelten, d. h. wenn eine Probe bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet, ohne eine bemerkbare Spur — einen Fettfleck — zu hinterlassen.

Der Geruch läßt sich wohl durch Zusatz leicht flüchtiger, angenehm riechender Oele decken; man bezeichnet dies als Parfümirung der Essenzen, im Allgemeinen empfiehlt es sich aber, um die Benzine geruchlos zu machen, sie einer chemischen Reinigung zu unterziehen.

Fig. 111 b.



Das Wesen und das Wirken der chemischen Reinigung sei später erwähnt, hier sollen nur einige Apparate für diesen speciellen Zweck beschrieben werden.

Fig. 112 a und 112 b stellen einen Reiniger, Agitator genannt, dar. *A* ist ein cylindrisches Eisengefäß mit einem conischen Boden, dessen Innenwand ausgebleit und mit einem hermetisch schließenden Deckel *D* versehen ist. Er ruht auf einem soliden Pfeilermauerwerk auf, trägt eine Galerie *G*, die Rohrleitungen *a b c* gehören zur Beförderung der Flüssigkeit und der Chemikalien. Am tiefsten Punkte des Agitators befindet sich eine Ablaßvorrichtung *C* für die Abfallproducte, das Waschwasser und das gereinigte Product. Durch Umstellung des Dreiweghahnes *C* lassen sich die verschiedenen Producte in die verschiedenen Gefäße leiten.

Nachdem der Apparat *A* bis zu einer gewissen Höhe mit dem Producte gefüllt worden und man sich überzeugt hat, daß es wasserfrei ist, erfolgt die Behandlung mit Schwefelsäure durch innige Mischung derselben mit den Essenzen und durch ein Rührwerk *S*, bei manchen Apparaten mit einer archimedischen Schraube. Die Bewegung geschieht, wie aus der Zeichnung ersichtlich, durch Zahnräderübertragung *z z*, der Kurbelbewegung *K* auf die Schaufel-

Fig. 112 a.

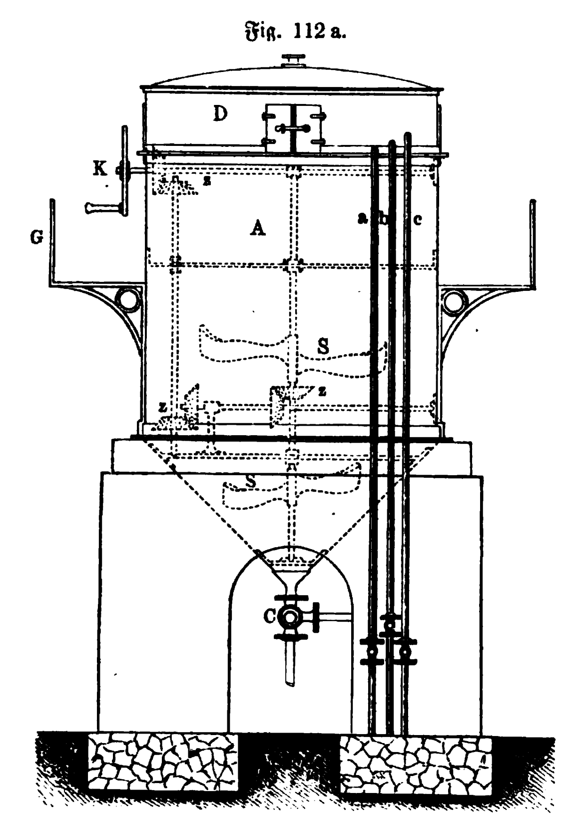
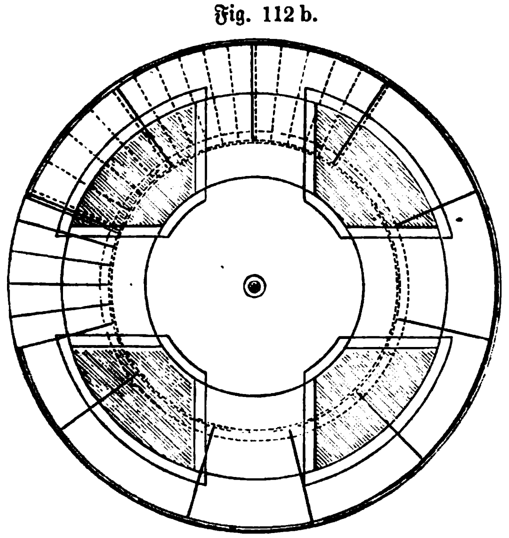


Fig. 112 b.



räder *S*. Eine einmalige $^1/_2$- bis 1 stündige Behandlung mit $^1/_4$ bis $^1/_2$ Proc. concentrirter Schwefelsäure genügt, worauf die abgesetzte, rothbraun gefärbte Säure abgelassen wird.

Das saure Product ist eine lichtbraungelbe Flüssigkeit mit einem stechenden Geruch nach schwefliger Säure, während der ursprüngliche Destillatgeruch vollständig verschwunden ist. Hierauf folgt gewöhnlich eine unmittelbare Behandlung mit einem kleinen Procentsatz verdünnter Aetznatronlösung, bis das Product vollkommen wasserhell wird und den schwefligen Geruch verloren hat. Dann wird die Lauge abgezogen und die Essenz, die sich rasch klärt, zum Gebrauche abgefüllt.

Es muß bei dieser Behandlung stets darauf gesehen werden, den Mischungsproceß so rasch als möglich durchzuführen, da gerade die werthvollsten Producte sich rasch verflüchtigen. In den Figuren 113 a und 113 b (a. f. S.) endlich ist eine Einrichtung ersichtlich, wie sie in einigen Fabriken gebräuchlich sein soll.

Diese Vorrichtung macht das Mischen überflüssig. Aus der Anordnung ist zu ersehen, daß die Naphta die treppenförmig aufgestellten Kasten, die mit

den Chemikalien ꝛc. gefüllt sind, passiren muß. So enthalten die Gefäße 1, 2 und 3 die Schwefelsäure, während 4 und 5 die Lauge und Waschwasser enthalten und 6 ein Filter, mit Kochsalz und Sägespänen gefüllt, darstellt. Bei *a* treten die Producte aus der Rectificationsabtheilung durch den Siebboden *b* in den Kasten 1, werden dort theilweise mit Schwefelsäure behandelt, fließen bei *c* über, passiren den Kasten 2, werden da wieder mit Säure behandelt und, nachdem sie

Fig. 113 a.

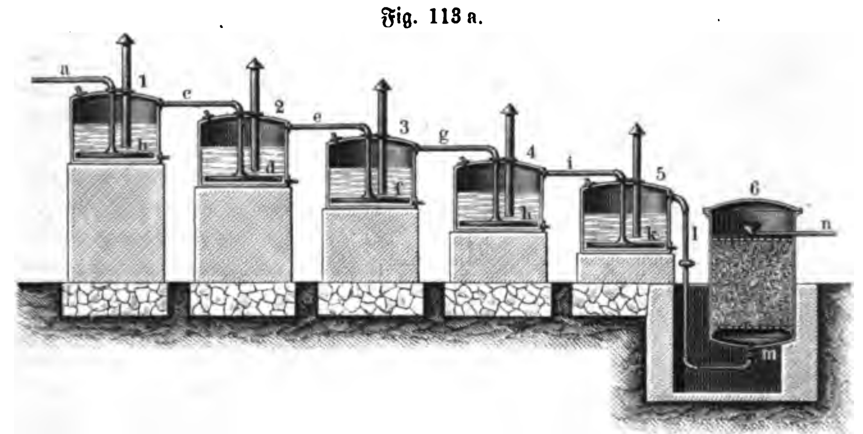
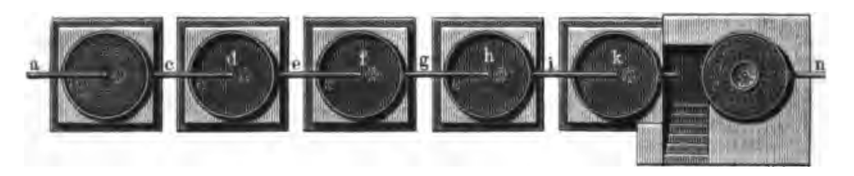


Fig. 113 b.



vollkommen raffinirt sind, treten sie durch eigenen Druck durch die Rohrleitung *l* bei *m* in das Filter 6 und fließen bei *n* ab.

Der Vortheil dieser ganzen Anlage soll, nachdem der ganze Apparat geschlossen ist, der sein, daß selbst die flüchtigsten Essenzen ohne Verlust raffinirt werden können. Ueber besondere Leistungsfähigkeit desselben kann keine befriedigende Auskunft ertheilt werden.

Verarbeitung des Petroleumdestillates.

Chemische Reinigung.

Das Petroleumdestillat muß, um es marktfähig zu machen, zunächst einer chemischen Reinigung, durch Behandlung mit Schwefelsäure und Natronlauge, unterworfen werden.

Noch im Anfange der 60er Jahre kam das Petroleum als Destillat, stark citronengelb bis dunkelroth gefärbt, in den Handel, diese Färbung, theil-

weise durch Eisensalze verursacht, die durch die Einwirkung der freien Säuren des Petroleums auf die eisernen Gefäßwände gebildet, sich im Destillat auflösten, suchte man abzuscheiden, indem man anfangs das Petroleum mit Natronlauge und auch mit Kalklösungen reinigte. Ein so behandeltes Petroleum setzte jedoch nach kurzem Brennen auf dem Docht eine feste Kruste ab, die das Aufsteigen des Oeles verhinderte; man versuchte nachher, um das Petroleum von den Laugen zu befreien, mit verdünnter Salzsäure nachzuwaschen, aber auch nach dem Waschen brannte es sehr schlecht und behielt stets die charakteristische gelbe Farbe. Erst gegen Mitte der 60 er Jahre gelang es dem Chemiker Eichler in Baku, durch die Behandlung des Petroleums mit Schwefelsäure und Lauge eine Methode zu schaffen, die im Großen und Ganzen bis heute unverändert angewendet wird.

Die Wirkung der Schwefelsäure auf die Erdöldestillate ist bis jetzt noch nicht ganz aufgeklärt. Wir wissen, daß die Rohdestillate neben Kohlenwasserstoffen als Hauptbestandtheil — der Gruppe der Paraffine, hydrogenisirter Kohlenwasserstoffe oder einer besonderen Reihe von ungesättigten Kohlenwasserstoffen angehörend — auf die, wie man annimmt, die Schwefelsäure nicht einwirkt, noch andere Beimengungen enthalten, die durch die Wirkung der Schwefelsäure und des Aetznatrons entweder ganz fortgeschafft werden oder eine theilweise Aenderung oder Umgestaltung durch diese Reagentien erleiden.

Diese Beimengungen, so weit es bekannt ist, bestehen aus aromatischen Kohlenwasserstoffen, Fettsäuren und Säuren der Reihe $C_nH_{2n-2}O_2$, Phenolen, Theerproducten, Schwefelverbindungen &c., auf die die Schwefelsäure verschieden wirkt, indem sie dieselben theilweise zerstört oder auflöst und Sulfonsäureverbindungen bildet, während ein anderer Theil fast unverändert bleibt, erst bei der darauf folgenden Behandlung mit Lauge ganz weggeschafft wird. Das Volumen der Destillate wird bei der Reinigung immer kleiner und das der Schwefelsäure durch die Aufnahme der Beimengungen ein größeres und beträgt der Destillatverlust oft 5 bis 8 Proc. Die concentrirte Schwefelsäure bildet mit den aromatischen Kohlenwasserstoffen Sulfonsäuren, mit manchen ungesättigten Kohlenwasserstoffen directe Verbindungen (durch Addition), während die Theerproducte sich in derselben auflösen, indem sie der Flüssigkeit eine dunkelbraune Farbe verleihen. Es ist bekannt [1]), daß die Schwefelsäure auch die sauerstoffhaltigen Körper dem Destillate entzieht, so daß bei längerer Behandlung der letzteren mit Schwefelsäure, sämmtlicher Sauerstoff aus dem Petroleum fortgeschafft werden kann, und wenn man die nach der Behandlung des Destillates erhaltene braune Schwefelsäure mit Wasser verdünnt, bildet sich eine Emulsion, auf deren Oberfläche eine sauerstoffhaltige, ölige Flüssigkeit schwimmt, die einen specifischen Geruch besitzt, der theilweise an Campher oder auch an Terpentinöl erinnert. Bei der gewöhnlichen Behandlung des Destillates mit Schwefelsäure bleibt noch ein Theil der organischen Säuren und Phenole unverändert, zu deren Sättigung resp. Fortschaffung, sowie auch zum Neutralisiren der in dem Destillate zurückgehaltenen Schwefel- und Sulfonsäuren die Natronlauge gebraucht wird. Der Proceß der chemischen Reinigung

[1]) Tumsky: „Technologie der Naphta", S. 204.

der Petroleumdestillate besteht somit in der Entfernung der schädlichen Beimengungen durch Schwefelsäure und Natronlauge, wobei eine ganze Reihe chemischer Reactionen vor sich geht, erkennbar durch die Erwärmung der Flüssigkeit. Dennoch ist die Wirkung der Schwefelsäure keine so einfache, wie es sich auf den ersten Blick zeigt, ihre Function ist eine viel complicirtere. **Bei der Behandlung der Destillate mit Schwefelsäure wird immer schweflige Säure entwickelt, eine Erscheinung, die durch die oben angegebenen Reactionen nicht erklärlich ist.** Es müssen deshalb noch andere weitergehende Processe bei der Behandlung der Destillate mit Säure stattfinden, die die Entwickelung von schwefliger Säure hervorrufen. Diese Processe sind leider bis jetzt noch nicht aufgeklärt. Es ist wohl begreiflich, daß das Auftreten von schwefliger Säure nur durch Reduction der Schwefelsäure möglich ist, aber auf die Frage, welches die reducirenden Mittel sind, und in welcher Art und Weise sie wirken, können wir bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse über die chemische Natur des Petroleums **keine** sichere Antwort geben. Bei wiederholt ausgeführten Versuchen, Destillate 10- bis 15 mal mit großen Ueberschüssen von Schwefelsäure zu behandeln, zeigte sich immer eine Reaction der letzteren auf die Oele [1]), aus der Färbung der Säure ersichtlich, so daß wir annehmen müssen, daß die Function der Säure eine viel tiefgehendere ist, als zu erwarten wäre. Wenn sich die Wirkung der Schwefelsäure bloß auf eine Ausscheidung, Zerstörung der Beimengungen begrenzte, müßte man bei Anwendung eines Ueberschusses von Säure eine vollständige Reinigung erreichen durch Zerstörung aller schädlichen Beimengungen. Da letzteres aber unmöglich zu erzielen ist, selbst wenn die Destillate noch so lange und noch so viel mit Säure behandelt werden, und bei der Behandlung mit Schwefelsäure die letztere dunkelbraun gefärbt wird und sich schweflige Säure entwickelt, so müssen diese Erscheinungen zu dem Schlusse führen, **daß die Schwefelsäure auch eine oxydirende Wirkung auf die Kohlenwasserstoffe selbst ausübt.**

Eine theilweise Bestätigung dieser Annahme findet man in Folgendem: Nordhäuser Schwefelsäure wirkt auf die Destillate energischer als englische und reinigt die letzteren auch besser, was dem Schwefelsäureanhydrid zuzuschreiben ist, das viel größere Oxydationsfähigkeit besitzt, als das Säurehydrat. Neben stärkerem Erwärmen der Destillate, als bei der Reinigung mit englischer Schwefelsäure ist auch eine geringere Ausbeute an Petroleum nachweisbar, durch eine energischere Oxydation der Kohlenwasserstoffe erklärbar. Berücksichtigt man endlich auch die schon bekannte Erscheinung des Rohdestillates wie der Raffinade, durch die Luft zu oxydiren, dann muß die Widerstandsfähigkeit der Kohlenwasserstoffe des Petroleums gegen Reagentien stark bezweifelt werden. Wenn schon die Luft bei gewöhnlicher Temperatur die Kohlenwasserstoffe oxydirt, dann kann die Schwefelsäure, besonders bei einer etwas höheren Temperatur und bei Gegenwart von großen Mengen erwärmter Luft, gewiß eine oxydirende Wirkung, unter schwefliger Säureentwickelung, ausüben. Die Färbung der Säure geschieht durch Auflösen der Theerproducte in derselben, die

---

[1]) Tumsky: „Technologie der Naphta", S. 205.

im unraffinirten Oele enthalten sind und die sich auch durch die Oxydation mancher Bestandtheile des Destillates bilden können. Diese Theersubstanzen, gewöhnlich sauerstoffhaltige Verbindungen, werden bei der Reinigung entfernt, so daß sich der Sauerstoffgehalt des Destillates vermindert, was durch Elementaranalysen thatsächlich bestimmbar [1]) ist. Ein mit Schwefelsäure behandeltes Oel enthält weniger Sauerstoff als ein ungereinigtes. Beim Behandeln des Destillates mit Laugen endlich werden auch die sauerstoffhaltigen Verbindungen, die Phenole und Säuren, ausgeschieden.

Die Eigenschaft des ungereinigten oder schlecht gereinigten Destillates, an der Luft dunkel zu werden, erklärt sich durch die Oxydation der Naphta- oder Kerosinsäuren, der Phenole, der Theerproducte und theilweise auch der Kohlenwasserstoffe selber. Bei der Entfernung dieser Beimengungen (der Phenole, Säuren und Theerproducte) kann man ein ganz farbloses Petroleum erhalten, welches aber mit der Zeit wieder durch die Einwirkung der Luft gelb wird, durch Oxydation der Kohlenwasserstoffe. Bei der Reinigung des Destillates mit Schwefelsäure werden auch die unangenehm riechenden Bestandtheile zerstört, und kann bei der Anwendung eines Ueberschusses an Säure ein Petroleum mit einem den reinen Kohlenwasserstoffen eigenen angenehmen Geruch erhalten werden.

Zur chemischen Reinigung der Destillate wird hauptsächlich die gewöhnliche (englische) Schwefelsäure von 66° B. angewendet, nur in seltenen Fällen für schwer zu reinigende Oelsorten, wo man sonst viel vom Reagenz anwenden müßte, wird etwas rauchende Schwefelsäure verwendet. So wird z. B. in manchen Fabriken in Galizien, wo die Erdöle sehr reich an Beimengungen sind, Nordhäuser Schwefelsäure angewendet, da diese energischer wirkt und deshalb auch in geringeren Mengen genommen werden kann.

Quantität der Säure, sowie die Dauer der Behandlung, die zur Reinigung nothwendig sind, sind ganz vom Grade der Reinheit der Destillate abhängig. Die Reinheit steht im Zusammenhange mit den Eigenschaften des Roherdöles und mit der Art der Destillation desselben. So brauchen die Destillate des Canadaöles z. B. viel mehr Säure und eine größere Einwirkungsdauer, als die des pennsylvanischen Rohöles &c. Die Quantität der zur Anwendung kommenden Säure ist auch vom specifischen Gewichte der Destillate abhängig; je specifisch schwerer die Oele sind, um so mehr Säure ist zur Reinigung nothwendig. Sehr schwierig lassen sich Oele reinigen, die längere Zeit an der Luft stehen, ebenso Destillate, die eine Ueberhitzung erlitten haben. In beiden Fällen muß der Verbrauch an Reagentien bedeutend erhöht werden. Es ist daher schwer, das genaue oder bestimmte Quantum von Säure oder auch Lauge anzugeben, das genommen werden soll, um die Raffination durchzuführen. Man kann nur auf die Grenzen hindeuten, zwischen denen ein bestimmtes Quantum der Chemikalien im Verhältniß zur Reinheit der Destillate und den Anforderungen des Marktes &c. schwankt.

Anscheinend dürfte die Schwefelsäure bei der Behandlung der Destillate auch eine Polymerisation der Kohlenwasserstoffe hervorrufen, demzufolge auch die

---

[1]) Tumsky: „Technologie der Naphta", S. 206.

specifischen Gewichte derselben steigen sollten, während in der Praxis dies nicht beobachtet wird und sogar bei steigender Schwefelsäuremenge und größerer Einwirkungsdauer stets specifisch leichtere Oele erhalten werden, eine Thatsache, die nur dadurch ihre Erklärung finden kann, daß mit der Schwefelsäure überwiegend mehr schwere Theerproducte weggeschafft werden, als durch eventuelle Polymerisation der Kohlenwasserstoffe specifisch schwerere entstehen können.

Zur Reinigung der Petroleumdestillate werden als Ersatz für Schwefelsäure verschiedene Reagentien verwendet. So üben die Chromate, Kaliumpermanganat, Chlorkalk, Zinnchlorid, Salpetersäure und andere eine reinigende sowie bleichende und desodorisirende Wirkung auf das Petroleum aus. Der hohe Preis dieser genannten Reagentien erlaubt es nicht, sie statt Schwefelsäure in der Praxis einzuführen. Bei der Reinigung des Canadaöles wird manchmal verdünnte Salpetersäure angewendet [1]). Zur Entfernung der übelriechenden Schwefelverbindungen sind eine ganze Reihe von Vorschriften mehr oder minder zweifelhaften Werthes bekannt. So z. B. die Behandlung mit Bleioxyd und hierauf Reinigung mit Schwefelsäure (H. Frasch, amer. Pat. Nr. 378 246); Einwirkung eines Gemenges von Kupfervitriol, Aetznatron, Kochsalz und Wasser und Digestion mit Schwefelblumen, die die Schwefelsäurebehandlung überflüssig machen soll (Kennedy, D. R.-P. Nr. 43 145); endlich das Ueberleiten der Erdöldämpfe über heißes Eisen oder Kupfer (Pitt und van Vleck, D. R.-P. Nr. 45 958); Mabery und Smith fanden, daß diese Schwefelverbindungen speciell im Ohioerdöl aus Aethyl-, Propyl- und Butylsulfid bestehen (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1889, S. 3303), was jedoch Kast widerlegt.

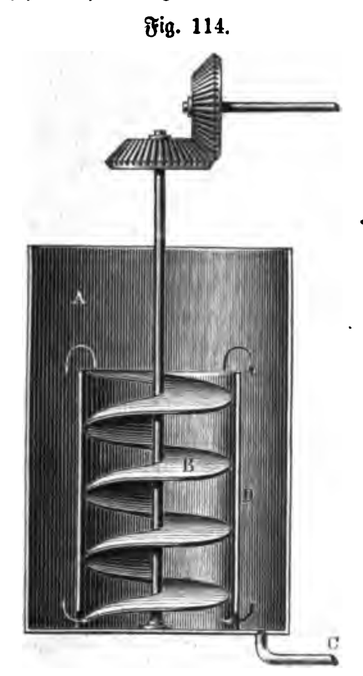
Nach der Behandlung des Destillates mit Säure wird es noch einem mehrmaligen Waschen mit Wasser (um den größten Theil der suspendirten Säuren zu entfernen) unterworfen und dann mit einer Lösung von Aetznatron behandelt. Wiewohl das kohlensaure Natrium bedeutend billiger ist als das Aetznatron, kann es das letztere doch nicht vollkommen ersetzen. Zur Neutralisation der Schwefelsäure allein würde Soda statt des Aetznatrons dienen können, da aber das Aetznatron auch Beimengungen (Phenole, Naphtasäuren), die in der Säure unlöslich sind, wegschaffen muß, ist seine Verwendung unerläßlich. Man versuchte, das Aetznatron durch billigere, basische Körper zu ersetzen und so wurde Thonerdehydrat, Eisenoxyd, Magnesia und andere unlösliche Oxyde und auch Kalk in der Praxis gebraucht, diese Mittel fanden aber keine Verbreitung. Bloß im Kaukasus, wo Mangel an Süßwasser ist, wird, um das Oel auszuwaschen, hier und da in kleineren Raffinerien Kalk in Form von Kalkmilch und auch als feines Pulver angewendet. Auch sind Methoden vorgeschlagen, Petroleum ohne Anwendung von Alkali zu reinigen; so soll das Petroleum, nach der Behandlung mit Schwefelsäure, mit verschiedenen pulverförmigen Körpern, z. B. mit Sand, gestoßenem Glas, Thon, Mehl rc., gemengt werden, die den Zweck haben sollen, die Theerproducte mitzureißen.

Die Einwirkung der Chemikalien auf die Destillate geschieht im Betriebe in Apparaten, Agitatoren rc. genannt; diese sind cylinderförmige, gewöhnlich

[1]) Tumsky: „Technologie der Naphta.“

stehende Kessel; nur in ganz kleinen, primitiv eingerichteten Fabriken werden Holzbottiche, innen ausgebleit, verwendet. Die Einwirkung der Chemikalien auf die Destillate muß, da dieselben specifisch schwerer sind, auf mechanische Weise gefördert werden; dies geschieht durch eine innige Mischung derselben. Die einfachste und primitivste Mischungsweise ist mit Rührern, Krücken, Schaufeln und Löffeln, die durch Menschen bewegt werden. Das Unzweckmäßige und Kostspielige dieser Betriebsart bedarf keiner näheren Erklärung. Einen Fortschritt bilden die Mischapparate mit mechanischem Rührwerk. In Fig. 114 ist eine solche Mischvorrichtung ersichtlich, wo das Rührwerk durch eine archimedische Schraube gebildet wird. Der Mischapparat besteht aus einem eisernen Cylinder *A* mit flachem Boden; im Inneren befindet sich der Cylinder *D* mit Oeffnungen an der Unterseite, das Säure- und Oelgemenge wird durch die archimedische Schraube *B* gehoben, fließt über und tritt an der Unterseite des Cylinders *D* wieder ein, um wieder gehoben zu werden. Hierdurch wird eine gleichmäßige und fortwährende Mischung der Flüssigkeiten erreicht. Zur Bewältigung größerer Massen und zur innigeren Einwirkung der Chemikalien sind Mischapparate dieser Form, mit mechanischen Rührwerken, unverwendbar.

Fig. 114.



Die kräftigste und sicherste Mischungsweise geschieht durch gespannte Luft. Ehe wir über die Wirkung der Luftmischung und die hierfür nothwendigen Einrichtungen sprechen, sei noch Einiges über die Mischapparate selbst und deren Bau erwähnt.

Nahezu überall, mit wenigen Ausnahmen, sind die Raffinirapparate nach gleichen Principien gebaut. Sie bestehen aus cylindrischen, stehenden, eisernen Gefäßen mit conischen Böden. Sie ruhen auf starkem Pfeilermauerwerk oder auf einer Eisenconstruction und sind, wenn sie sich in einem geschlossenen Gebäude befinden, oben offen; stehen sie aber im Freien, dann sind sie mit einer eisernen Haube bedeckt, die gewöhnlich verschließbare Seitenöffnungen trägt, als Material dient Schmiedeeisen und es variiren die Blechstärken zwischen 6 bis 8 cm. Der conische Boden wird immer etwas stärker gehalten. An ihrer Innenseite sind sie gewöhnlich mit einer Bleidecke versehen; nur wo vollkommen wasserfreie Destillate behandelt werden und eine wesentliche Verdünnung der Säure nicht zu befürchten ist, oder, und dies gilt für Agitatoren, wo das Säuern und Laugen nicht in einem Gefäße geschieht, kann auch der Laugenagitator ungebleit bleiben. In Fabriken, wo es der Betrieb

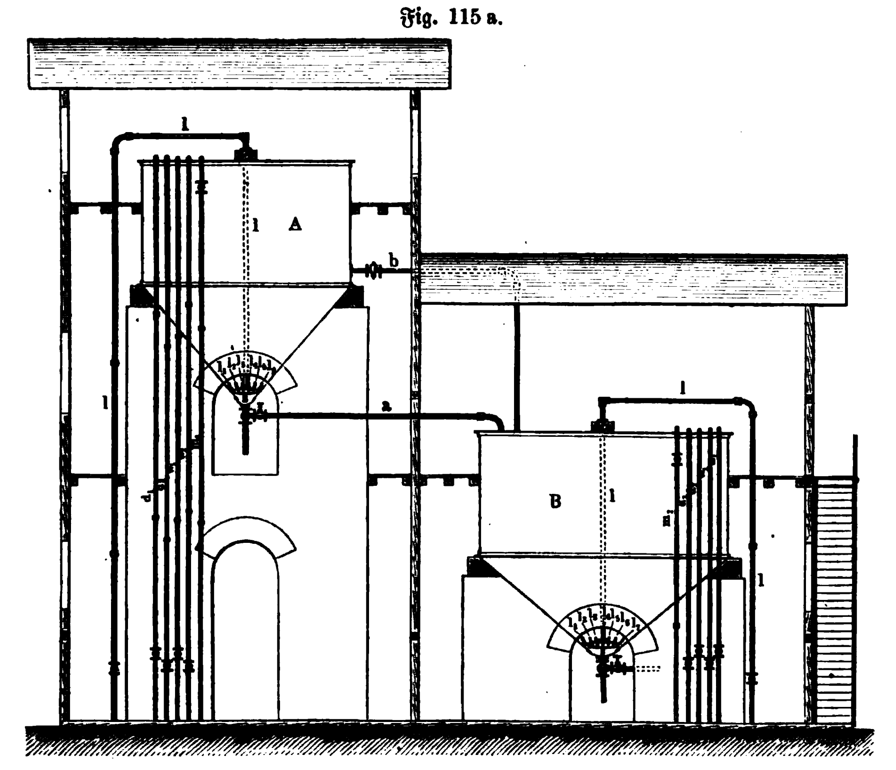
schwer möglich macht, wasserfreie Destillate zu erhalten, ist es unbedingt nothwendig, Bleibelag zu verwenden, da sonst die verdünnten Säuren die Eisenwandungen des Agitators angreifen und bald zerstören, und die Eisensalze das Petroleum färben und die Ursache der Trübungserscheinungen bilden. Die Bleiplatten werden auf die Innenwand des Agitators aufgelegt und an dem Oberrand des Agitators überlappt, so daß sie gleichsam im Apparate hängen, an ihren Rändern werden sie zusammengelöthet. Gewöhnlich legt man zwischen die Eisen- und Bleiwände verticale, dünne Holzstreifen ein. Die Stärke des Bleies ist genügend mit 4 bis 6 mm, selten und nur bei großen Apparaten werden bis 8 mm starke Bleche genommen, bezüglich der Form der Agitatoren ist es im Allgemeinen empfehlenswerth, die Höhendimensionen des cylindrischen und conischen Theiles derselben um Vieles größer zu wählen als die Breitendimensionen; denn bei dem cylindrischen Theile wird durch einen engeren, aber höheren Körper eine viel innigere Mischung der Chemikalien möglich, da der Luftstrom viel intensiver und fast auf der ganzen Oberfläche wirkt; während bei breiteren und niederen Apparaten das Destillat am Rande nur wenig in Bewegung gesetzt und dadurch weniger von den Chemikalien angegriffen werden kann. Dasselbe gilt auch für den conischen Theil, in welchem auch bei dieser Construction ein viel rascheres Absetzen der Einwirkungsproducte ermöglicht wird. Der wesentlichste Bestandtheil des Agitators ist die Einrichtung der Luftzufuhr. Es lassen sich, abgesehen von den vielen möglichen Abänderungen, die hier nicht besprochen werden können, zwei Systeme unterscheiden: 1. die Luftzufuhr von oben nach abwärts gerichtet, als sogenanntes Obergebläse und 2. die directe Einfuhr der Luft am untersten Punkte des Gefäßes, als sogenanntes Untergebläse. In der Wirkungsweise ist bei beiden Systemen kein wesentlicher Unterschied zu verzeichnen. Im ersten Falle steigt die Luft, wie aus den später zu beschreibenden Fig. 115 a und 115 b ersichtlich ist, an der Außenseite des Agitators durch eine Rohrleitung hinauf bis in die Mitte des Agitators, von da geht sie bis in den untersten Punkt desselben, tritt dort durch eine Vertheilungsvorrichtung aus und mischt während des Aufsteigens die Flüssigkeit. Im zweiten Falle tritt die Luft am untersten Punkte ein und steigt durch ein ähnliches Vertheilungssystem sofort auf, um in gleicher Weise zu wirken. Der Kraftaufwand und die Arbeitsleistung sind bei den beiden Systemen gleich. Nichtsdestoweniger ist das erstere System, das Obergebläse, aus Sicherheitsgründen empfehlenswerther. Denn es kann nicht, wie bei dem anderen Systeme, bei etwaiger Unterbrechung des Gebläses oder einer Undichtigkeit der Ventile ein Eindringen von Flüssigkeit bis in den Compressor stattfinden.

Wir unterscheiden auch zwei Hauptsysteme der Raffinirapparate, und zwar solche, in denen der gesammte Proceß der Reinigung von der Schwefelsäurebehandlung bis zur letzten Auswaschung der Laugenspuren — und solche, bei denen die Operation der Säuerung und die der Laugung in zwei getrennten Apparaten — geschieht. Für die Anlage nach dem ersten Systeme sprechen die Ersparungskosten zweier Apparate, sowie die Aufstellung im Freien; dagegen sind die letzteren vortheilhafter zu verwenden, da das Raffinationsproduct ein viel besseres ist und auch in derselben Zeit und bei gleicher Capacität in den Doppel-

agitatoren mehr raffinirt werden kann. Die räumlichen Verhältnisse und auch sonstige Bedingungen sind bei der Wahl des einen oder des anderen Systems entscheidend.

In Fig. 115 a und 115 b (a. f. S.) ist die Einrichtung eines solchen Doppelagitators ersichtlich. Derselbe besteht aus zwei cylindrischen, eisernen, oben offenen Gefäßen mit conischem Untertheil. Die Apparate sind aus dem Grunde in einem geschlossenen Gebäude aufgestellt, um sie vor dem Einflusse der Witterung zu schützen. Beide ruhen auf Pfeilermauerwerk, seltener auf einer Eisenconstruction auf und sind in der Weise aufgestellt, daß der unterste Punkt des Säure-

Fig. 115 a.

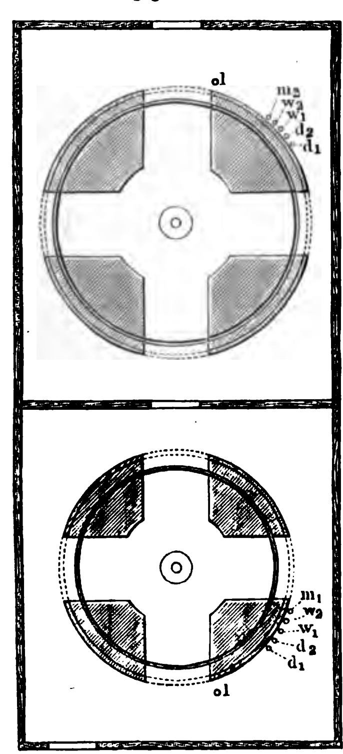


agitators *A* höher als die Oberkante des Laugenagitators *B* steht, so daß das angesäuerte Oel durch die Rohrleitung *a* direct in den Agitator *B* fließen kann. Gleichzeitig befindet sich die Rohrleitung *b* an dem Säureagitator, um schon einen Theil des geklärten Oeles ablassen zu können. Der obere Agitator *A* ist mit Blei überzogen, während der Laugenagitator *B* dieses Schutzes entbehren kann. Beide Agitatoren sind mit der Luftmischung versehen, die Luft streicht bei beiden Agitatoren durch die Leitung *l* und wird durch die Spinne *s* vertheilt.

Diese letztere besteht aus einem nach oben und nach unten conisch geformten gußeisernen Körper (um von den Säuren weniger angegriffen zu werden). Mit dem oberen conischen Ende ist sie an die Leitung angeschraubt, während am

unteren Ende ein Theil der Luft ausströmen kann, um die am Boden abgesetzte Säure in fortwährender Bewegung zu erhalten. An ihrem Rande hat sie die Seitenöffnungen $l_1\ l_2\ l_3\ l_4$ 2c., in die aufwärts gebogene Röhrchen eingeschraubt werden. Aus diesen Röhrchen tritt die Hauptmenge der eingepreßten Luft aus. Von anderen Rohrleitungen sind noch die Destillatleitungen $d_1\ d_2$ zu erwähnen, durch welche die Destillate aufgepumpt werden; $w_1\ w_2$ sind die Leitungen für das Waschwasser, während die Leitungen m_1 und m_2 zum Montejusiren der Chemikalien dienen. Diese Leitungen werden gewöhnlich bis in die Mitte des Apparates gezogen, um dort in eine Spirale zu enden, aus zahlreichen Oeffnungen derselben treten die Säure und Lauge aus. Statt einer Spirale wird auch ein Segner'sches Rad verwendet. Wo die Säurebeförderung nicht mit Montejus geschieht, befindet sich in primitiv eingerichteten Fabriken eine Aufzugvorrichtung für die Ballons 2c. und werden diese in eine Rinne ausgeleert, aus der die Säure dann in den Agitator, verschieden vertheilt, abfließt. In dem Falle müssen dann auch die concentrirten Laugen oberhalb der Agitatoren erzeugt werden, da nur sehr verdünnte Laugen durch Pumpen gefördert werden können. Bei Gefäßen mit conischen Böden setzen sich die Abfallsproducte rasch ab und ist die Gefahr, daß auch etwas Destillat mitgerissen und abgelassen werden kann, auf ein Minimum reducirt. Es sei gleich an dieser Stelle auf das Unzweckmäßige von Mischapparaten für die Säure- und Laugebehandlung mit horizontalen oder schwach ausgebauchten Böden aufmerksam gemacht. Diese haben Seitenablässe für die Abfallproducte und es bleibt, bei noch so sorgfältigem Ablassen, immer noch etwas im Apparate zurück; da eine Trennung der Flüssigkeiten schwer durchführbar ist, wird immer etwas von den Destillaten mitgerissen. Eine zweckmäßige Anordnung einer Ablaßvorrichtung ist aus der Fig. 115 a ersichtlich. Sie besteht aus einem Metalldreiweghahn mit sehr großen Durchgangsöffnungen, damit diese durch dickere Theermassen nicht verstopft werden. Von dem Dreiweghahn führt eine Leitung in die Reservoirs für die Abfallproducte, Schwefelsäure und Lauge, die zweite in den Canal zum Ablassen der Waschwässer, und eine dritte Leitung dient für das Raffinadproduct, um dasselbe zu den Filtern, Bleichgefäßen 2c. zu bringen.

Fig. 115 b.



Der Betrieb in einem solchen Doppelagitator ist im Wesentlichen der folgende: Durch die Destillatleitungen wird das Oel in den Säureagitator

gepumpt, gedrückt, oder, wenn er tiefer liegt, fließen gelassen. Hierauf wird dem Destillat Zeit gelassen, sich abzusetzen. Eventuell mitgerissenes Wasser wird abgelassen, und wenn das Destillat aus verschiedenen Reservoirs genommen wurde, durch ein paar Luftstöße gleichmäßig gemischt. Ein Muster des Destillates wird sofort im Laboratorium untersucht, um das specifische Gewicht, den Zündpunkt und die zu verwendende Schwefelsäure approximativ zu bestimmen. Die Menge schwankt, wie schon eingangs erwähnt, je nach der Reinheit und Provenienz des Destillates; sie beträgt bei der Reinigung von russischen Destillaten 1½ bis 2½ Proc., für amerikanische Destillate werden 2 bis 3½ Proc. und sogar 4 Proc. Schwefelsäure verwendet, diese Zahl steigt mit der Ausbeute an Rohdestillat, da die schwereren Oele ungleich mehr Schwefelsäure verbrauchen, galizische und rumänische Oele werden mit 3 bis 5 Proc. und noch mehr, und selbst mit rauchender Schwefelsäure behandelt. Die durch Erfahrung oder das Experiment festgestellte Säuremenge wird in den Montejus eingelassen. Die Behandlung mit der Säure auf einmal, wie sie in manchen Fabriken ausgeübt wird, ist entschieden unzweckmäßig, diese Säuremenge ist nicht annähernd so leistungsfähig als die gleiche Säuremenge, wenn sie in mehreren Portionen verwendet wird; denn bei jeder Verwendung wird ein Theil der Schwefelsäure unwirksam durch die Beimengung von theerigen Bestandtheilen, die die Schwefelsäuremoleküle umhüllen, weiters ist bei so großen Mengen ein inniges Mischen und Einwirken der Säure schwer durchführbar; gleichzeitig setzt suspendirtes Wasser die Wirkungsfähigkeit der Säure bedeutend herab.

Im Allgemeinen wird die Schwefelsäure in zwei bis drei Portionen verwendet. Zuerst wird eine kleine Menge, ca. $1/10$ bis $1/4$ Proc., verwendet. Das Destillat wird durch Luftmischung in Bewegung gesetzt, und gleichzeitig diese Schwefelsäuremenge hinaufgedrückt. Die Einwirkungsdauer, unter fortwährendem kräftigen Mischen, beträgt etwa ¼ Stunde. Hierauf wird das Mischen eingestellt und das Product ca. ½ Stunde ruhig stehen gelassen. Die abgesetzte Säure ist gewöhnlich licht- bis dunkelbraun gefärbt, stark verdünnt durch die entzogenen Wassermengen; ist das Destillat stark wasserhaltig, dann wirkt die Säure nur wenig ein und muß mit einer erneuten kleinen Portion behandelt werden. Nun erfolgt die erste Behandlung mit der größeren Säureportion, gewöhnlich beträgt sie die Hälfte der noch zu verwendenden Säuremenge. Das Destillat wird abermals in Bewegung gesetzt und die Säure fließt, fein vertheilt, ein. Das Mischen wird, nachdem die Schwefelsäure schon ganz hinaufgedrückt ist, noch weiter fortgesetzt und dauert eine halbe bis eine ganze Stunde. Zeitweilig werden Proben aus dem Gemenge entnommen und aus dem Absetzen der Säure auf ihren Wirkungsgrad geschlossen. Wenn sich die schwarz gefärbte Säure in feinen Perlchen rasch absetzt, dann kann dieser Theil der Operation als beendet betrachtet werden, anderenfalls setzt sie sich nur langsam in Form von langgezogenen Tröpfchen ab, die an den Wänden der Probirgläser haften bleiben. Nach beendeter Einwirkung wird die Luftmischung eingestellt, ein zwei- bis dreistündiges Absetzen folgt hierauf, bis Muster des Destillates nur geringe Spuren von suspendirter Säure zeigen. Die Abfallsäure, die dunkelbraun bis schwarz gefärbt ist, wird vollständig abgelassen, und wird in ähnlicher Weise mit der

zweiten Hälfte der Säuremenge vorgegangen. Als beendet wird die Säureprocedur betrachtet, wenn eine Probe des abgesetzten Destillates, mit verdünnter Lauge gemischt, eine milchweiße Emulsion bildet, aus einer Reihe solcher kleiner Proben, die nach einander gemacht werden, läßt sich dieser Moment leicht und in empirischer Weise feststellen. Nach genügendem Absetzen der Säure und Ablassen derselben wird das Säuredestillat in den Laugenagitator abgelassen. In diesem Stadium ist das Destillat eine nach schwefliger Säure riechende Flüssigkeit, mit eigenthümlich rothblau fluorescirender Farbe, beeinflußt durch die eigene Farbe des Destillates und den sehr fein vertheilten, suspendirten theerigen Partikelchen. Der Waschungsproceß nach dem Säuern geschieht gewöhnlich in der Weise, daß das saure Destillat, ohne gemischt zu werden, mit großen Mengen Wasser behandelt wird. In Form einer Brause oder eines kräftigen Strahles wird die ganze Oeloberfläche bespritzt, gleichzeitig wird der Ablaßhahn geöffnet und das anfangs von Theer dunkel gefärbte und stark saure Waschwasser wird sofort auch abgelassen. Diese Procedur muß rasch durchgeführt werden und darf so lange kein Mischen stattfinden, so lange noch merkliche Schwefelsäuremengen ausgewaschen werden, gewöhnlich wird mit der doppelten Wassermenge auf diese Weise ausgewaschen. Mittlerweile geht die dunkle Farbe des Destillates in ein schmutziges Gelbweiß über; nun wird die Luftmischung in Bewegung gesetzt und dort, wo mit verdünntem Aetznatron oder kohlensaurer Natronlösung von 2 bis 4° B. gearbeitet wird, diese unter fortwährendem Mischen hineingepumpt. Das Destillat bekommt allmälig eine milchweiße Farbe, und wenn die ausgerechnete Laugenmenge, die zwischen $^1/_2$ und 1 Proc. beträgt, hinaufgefördert wurde, wird das Mischen nach kurzer Zeit eingestellt. Es ist dies sehr wichtig, da bei zu weit gehender Mischung Emulsionen entstehen, die schwer abscheidbar sind. Wenn die Lauge abgelassen ist, wird bis zur vollkommenen Neutralität des Waschwassers noch mit größerer Menge desselben durchgewaschen; hierauf ist der eigentliche Reinigungsproceß als beendet zu betrachten.

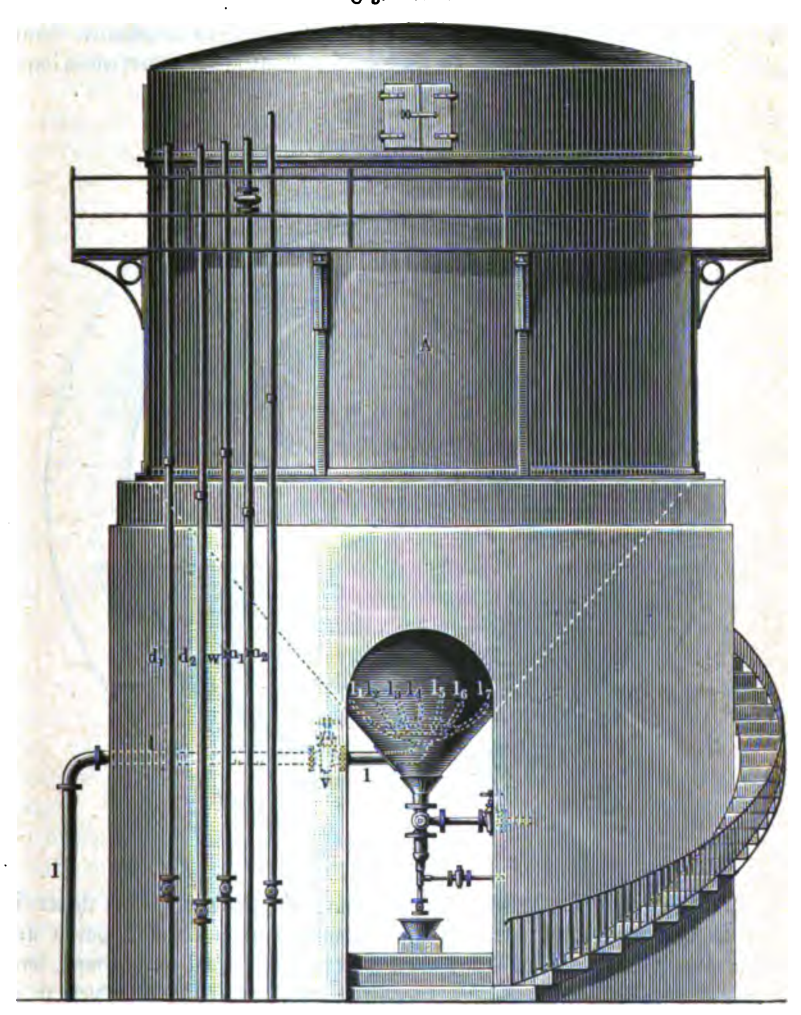
Die Raffinade ist eine gelbe bis weiße Flüssigkeit, durchscheinend resp. trübe von dem suspendirten Wasser; sie besitzt einen angenehmen Geruch und ist, was Zündpunkt und specifisches Gewicht anbelangt, als fertig gestellt zu bezeichnen. Wenn sie in dem Laugenagitator nicht Zeit zum vollkommenen Klären hat, wird sie einer noch später zu beschreibenden Filtration und Klärung unterworfen.

In Fig. 116 a und 116 b (a. S. 172) ist ein Raffinirapparat dargestellt, in dem die Reinigung des Destillates bis zur vollkommenen Fertigstellung des Raffinadproductes durchgeführt wird, gleichzeitig ist aus der Zeichnung die Anordnung eines Untergebläses ersichtlich. Wie früher erwähnt, muß bei gleicher Leistungsfähigkeit der Fassungsraum bei einem solchen Apparate ein viel größerer sein, da neben der längeren Zeitdauer der Raffination auch für die Waschwässer genügend Raum vorhanden sein muß.

Die Einrichtung ist aus der Figur ohne Weiteres erklärlich. Der Apparat besteht aus einem cylindrischen Obertheil und conischem Untertheil; letzterer muß sehr tief sein, um ein rasches Absetzen der Chemikalien zu ermöglichen. Der

Apparat, welcher gewöhnlich frei steht, ist mit einer vollkommen geschlossenen Haube bedeckt, die Seitenöffnungen für die Rohrleitungen ꝛc. enthält. Entsprechend dem Fassungsraume, sind auch die Dimensionen, sowie auch die Stärken des Bleches verschieden. Gewöhnlich beträgt der Durchmesser zwischen 3 und

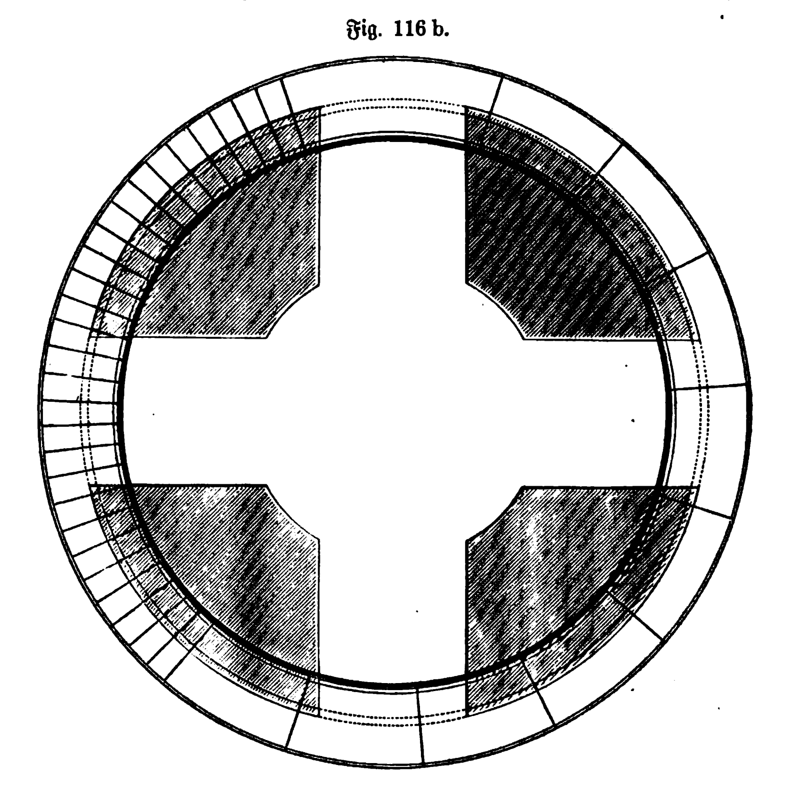
Fig. 116 a.



$4^1/_2$ m und die Höhe inclusive des Conus zwischen 6 bis 9 m. In solchen Apparaten kann man 600 bis 2000 m=Ctr. Destillat auf einmal raffiniren. Die Rohrleitungen für die Destillate, Chemikalien und Wässer ($d_1\ d_2\ w\ m_1\ m_2$) sind ähnlich dem vorher Beschriebenen angeordnet; die Luftmischung dagegen verändert. Die Luftleitung l tritt nahe an der unteren Spitze des Agitators A in denselben ein und

endet in demselben in die Spinne s. Diese ist mit den Seitenöffnungen und Luftröhrchen l_1 l_2 l_3 ꝛc. versehen. Der Luftschieber V verhindert ein Rückströmen von Flüssigkeit in den Luftcompressor und wird nur geöffnet, wenn letzterer in Gang gesetzt ist, sonst ist die Wirkungsweise der vorher beschriebenen gleich, der Betrieb wird in ähnlicher Weise durchgeführt. Die Säuremenge und die Einwirkungsdauer derselben ist eine ganz gleiche, und das Montejusiren der Chemikalien geschieht wie früher erwähnt. In der Regel werden die berechneten Säuremengen im Montejus ausgemessen, die Füllung des Montejus erfordert jedoch immer

Fig. 116 b.



eine Entlüftung des Apparates, eine Procedur, die zeitraubend und theuer ist, indem es längere Zeit braucht, bis die gespannte Luft aus dem Apparate ausgelassen werden kann und nach dem Füllen wieder Druck erzeugt werden muß, wozu eine abermalige Thätigkeit des Luftcompressors erforderlich ist. Um diese zu ersparen, wird mit großem Vortheil ein automatisch wirkender Apparat (der hiesigen Fabrik) verwendet. Derselbe befindet sich oberhalb des Agitators und steht mit dem Montejus in Verbindung. Er besteht aus einem hermetisch geschlossenen, gußeisernen Kasten mit drei Fächern, deren Inhalt genau bekannt ist. Aus dem Montejus, der eine beliebige Füllung enthält, wird die Säure in den Kasten gedrückt und dieser gefüllt. Sobald eine der Kammern voll ist, entleert sie

sich automatisch und schließt sich, sobald sie leer ist. Nachdem jede der Abtheilungen gleich groß und z. B. auf genau 100 kg Säure berechnet ist, giebt die Zahl der entleerten Kästen, die sofort vom Montejus wieder gefüllt werden können, die Zahl der verwendeten Metercentner an, ist die genügende Menge verwendet worden, dann wird die Verbindung zwischen Montejus und Kasten geschlossen, der erstere bleibt unter Druck erhalten und kann jeweilig sofort in Betrieb gesetzt werden. Eine ganz ähnliche Einrichtung wird zum Montejusiren von concentrirter Lauge verwendet.

In diesem Agitator muß das Säureöl mehr Zeit zum Absitzen haben, um die letzten Spuren von Säure sorgfältig abzulassen. Diesen Umstand zu beachten, ist unerläßlich, da durch das zu verwendende Waschwasser die noch zurückgebliebene Säure verdünnt und dadurch die Gefäßwände angegriffen werden, gleichzeitig durch die starke Erhitzung des Oeles und durch ausgeschiedene theerige Theile die Farbe und Qualität des Oeles leiden. Wenn bei der Ablaßvorrichtung das Oel nahezu klar ist, oder nur wenig suspendirte Säure enthält, wird sofort mit der Waschung begonnen. In kräftigen Strahlen und besonders an den Seitenwänden des Agitators wird das Wasser in großen Mengen durchfließen gelassen, so lange, bis es nahezu neutral ist. Der hierauf folgende Laugungs- und Waschungsproceß schließt sich den früher beschriebenen an.

Die Abfallsproducte der Raffination bilden die verwendete Schwefelsäure und die Lauge. Beide enthalten gelöst und chemisch gebunden die dem Destillat entzogenen Bestandtheile. Die Abfallschwefelsäure ist eine lichtbraun bis schwarz gefärbte, theerige Flüssigkeit, von unangenehmem, stechendem Geruch, der größtentheils von der schwefligen Säure herrührt. Sie ist das unangenehmste und lästigste Abfallproduct und die weitere Verwerthung eine sehr schwierige und in der Fabrik selbst eine sehr beschränkte. Gewöhnlich wird nur aus ökonomischen Gründen ein Theil der Säure in der Fabrik selbst wieder benützt. So wird z. B. die Abfallsäure der Benzinreinigung, die noch hochgrädig und licht gefärbt ist, zum Vorsäuern resp. Entwässern des Petroleums verwendet. Ebenso werden die letzten Antheile der Säure bei der Petroleumraffination, die ebenfalls lichter und hochgrädiger sind, zur Raffination minderer Oele verwendet, und endlich die Abfallsäure der Schmierölraffination, mit Kalk oder Sägespänen gemischt, verheizt. Schwieriger zu verwenden ist gerade die Hauptmasse der Abfallsäure, die bei der Reinigung des Petroleums erhalten wird. Zahlreiche Patente und Gebrauchsanweisungen ꝛc. giebt es für die Wiederverwerthung derselben, doch sind diese nur von Fall zu Fall und unter beschränkten Bedingungen verwendbar. Wo mit theurer Schwefelsäure gearbeitet wird, und dies gilt hauptsächlich für den Bakudistrict, wird sie in der Weise regenerirt, daß sie mit der drei- bis vierfachen Menge Wasser verdünnt wird; es scheiden sich dann alle Oele ab, die rostbraun gefärbte, verdünnte Säure wird in eisernen Kesseln oder in Bleipfannen bis auf 60° B. concentrirt und zu untergeordneten Zwecken verwendet. Wird sie außerhalb der Fabrik verwerthet, dann wird sie durch Vermischen mit der Abfallauge ꝛc. (Patent Groussilier) auf Sulfate u. s. w. verarbeitet oder neuestens als Zusatz zu Kammersäure zur Erzeugung von Kunstdünger benutzt. Die Abfallauge, die gewöhnlich auch stark gefärbt ist, kann

leichter wieder verwendet werden, auch wird sie zum Abstumpfen der Säuren und vielen Ortes zur Erzeugung von ordinären Seifen verwendet.

Bevor die Weiterverarbeitung der nunmehrigen Raffinade beschrieben werden soll, sei noch ein selten angewendeter Raffinationsproceß, das Vorlaugen, erwähnt. Manche sehr stark sauerstoffhaltige Petroleumdestillate, besonders durch Zersetzung der Schweröle gewonnene, denen diese Oxydationsproducte durch die Säure nicht genügend entzogen werden können, müssen vor der Säuerung mit concentrirter Lauge von 25 bis 30° B. behandelt werden. Die Wirkung der Lauge auf das Destillat ist unter den erwähnten Bedingungen eine geradezu überraschende. Das dunkel gefärbte und unangenehm riechende Rohdestillat wird nach längerer Behandlung mit dieser Lauge ganz verändert; es stellt eine licht gefärbte, schwach riechende Flüssigkeit dar, während die eingewirkte Lauge zu einer braunschwarzen, übel riechenden Flüssigkeit umgewandelt wird. Dieses Destillat läßt sich besser und mit weniger Säure behandeln, nachdem die Lauge einen großen Theil der Theerproducte (Säure, Phenole, Schwefelverbindungen ɾc.) entzogen und damit einen Theil der Arbeit der Säure geleistet hat. Der weitere Raffinationsproceß unterscheidet sich in nichts von den früher beschriebenen, und nur die letzte Lauge, die zur Abstumpfung der Säure benutzt wird, kann sehr verdünnt genommen werden.

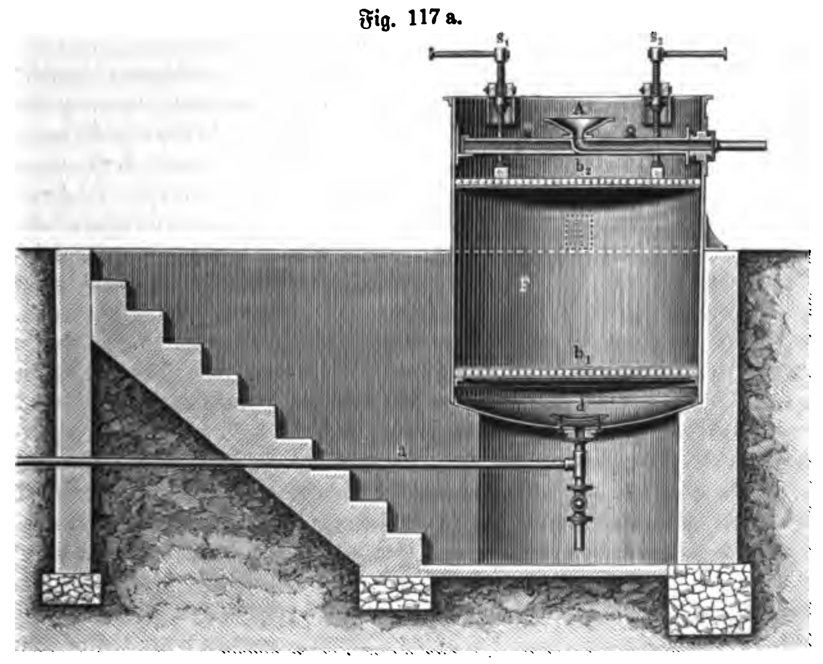
Nach der Behandlung mit Chemikalien ɾc. ist das Petroleum noch nicht verkaufsfähig. Durch suspendirtes Wasser, manchmal auch Laugentheilchen, ist es trübe, und muß, bevor es zum Versandt gelangt, geklärt werden. Trotzdem ein ganz geringer Theil der Klärung im Faß selbst geschehen kann, durch Aufsaugen dieser minimalen Wassermengen durch die Leimschicht des Gebindes, wird die Klärung gewöhnlich in offenen, flachen Pfannen, die dem Lichte stark ausgesetzt sind, durchgeführt, oder es wird das Petroleum einer Filtration unterzogen. Bei starkem und continuirlichem Betriebe ist der Filtrationsproceß unumgänglich nothwendig und gerade in der Jahreszeit, wo der Consum ein bedeutender ist, und die Anlage noch so großer und so zahlreicher Klärreservoirs sich als unzulänglich erweisen würde.

Die Filtration.

Die Filtration des Petroleums ist, falls sie stattfindet, eine mechanische und besteht in der Absorption der suspendirten Wassertheilchen. So verschieden auch die in Verwendung stehenden Filtrirmittel sein können, sind für diese Zwecke nahezu allgemein gebräuchlich: Sägespäne und Kochsalz, seltener wird auch Spodium verwendet. Die Sägespäne bieten vermöge ihrer Billigkeit und ihrer großen Porosität ein sehr gutes Absorptionsmittel. In genügend hohen Schichten verwendet, sind sie im Stande, dem Oele das ganze Wasser zu entziehen, wobei sie gleichzeitig mehr und mehr mit dem zurückgehaltenen Wasser gesättigt werden, so daß ihre Wirkungsweise eine nur beschränkte ist. Ein nicht minder wirksames und billiges Absorptionsmittel ist das Kochsalz; es entzieht das Wasser seiner großen Hygroskopicität wegen, wobei es durch das zurückgehaltene Wasser aufgelöst wird.

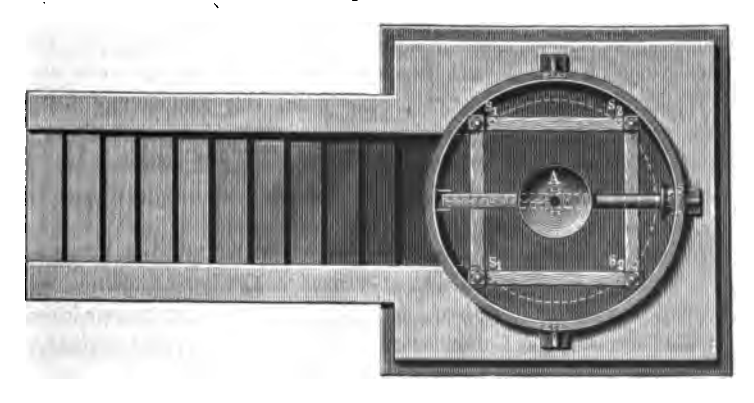
In Betrieb wird das eine oder das andere Filtrationsmittel oder eine Combination beider verwendet. Aus den Fig. 117 a und 117 b ist die Einrichtung

Fig. 117 a.



eines Filters ersichtlich. Es besteht aus einem eisernen stehenden Cylinder, höher als breit, mit conischem oder bombirtem Untertheil. Am untersten Punkte des-

Fig. 117 b.



selben tritt die Raffinade ein, um am obersten Punkte entweder durch ein Ueberlaufrohr, zweckmäßiger aber durch einen Trichter abzufließen. In Fig. 117 a tritt das Oel durch das Rohr *a* in das Filter *F*.

Beim Eintritt stößt das Oel auf den Deckel d, damit eine theilweise Scheidung von mitgerissenem Wasser stattfinden kann. Hierauf tritt das Oel durch den Boden b_1. Dieser besteht aus einem 25 bis 50 mm starken, siebförmig gelochten Eichenbrett, das mit Leinwand überzogen ist, damit mechanisch mitgerissene Fremdkörper zurückgehalten werden und nur Flüssigkeit in die Filtersubstanz eintreten kann. Diese ist über den Boden geschichtet und besteht aus dem einen oder dem anderen erwähnten Filtermaterial; gewöhnlich kommt zu unterst eine Sägespäneschicht, hierauf eine 50 cm starke Salzschicht, dann eine ebenso starke Sägespäneschicht und so abwechselnd fort, bis zu einer bestimmten Höhe. In vielen Fällen ist das Filter oben frei; doch um ein Mitreißen von Sägespänen oder Salz zu verhüten, und um den Filtrationsproceß beschleunigen zu können, befindet sich der obere Boden b_2 ähnlich angeordnet, der durch die Spindelschrauben s_1 s_2 ꝛc. fest auf die Masse angezogen werden kann. Die Flüssigkeit durchdringt die Filterschicht, steigt bis zum Trichter A auf, läuft in denselben hinein und von hier mit freiem Gefälle in die hierzu bestimmten Reservoirs. Nun ist das Petroleum verkaufsfähig und kann ohne Weiteres zum Versandt gebracht werden. Wo sich keine Filter befinden oder wo das Petroleum noch einer Sonnenbleiche unterworfen werden soll, fließt das Petroleum in Klär- oder Bleichreservoirs; diese sind sehr flache Pfannen, mit schwach bombirten Böden, groß genug, um eventuell eine ganze Raffination aufnehmen zu können; sie sind offen und befinden sich gewöhnlich in hohen, luftigen und dem Lichte zugänglichen Gebäuden. In diesen Pfannen findet das Petroleum Zeit, sich zu klären. Gleichzeitig findet unter dem Einflusse des directen und zerstreuten Sonnenlichtes ein Bleichen des Petroleums statt. Manche amerikanische und galizische Oelsorten verlieren unter diesem Einflusse schon in wenigen Stunden ihre gelbe Farbe und werden bedeutend lichter. Eine Erklärung für diese Erscheinung kann man nur darin suchen, daß sich möglicher Weise der Sauerstoff, besonders durch die Wirkung der directen oder indirecten Sonnenstrahlen, im Oele gerade so wie in dem Terpentinöl zu Ozon condensirt, das dann die bleichende Wirkung ausübt, das heißt, die dem Petroleum beigemengten Theerpartikelchen (?), welche das Petroleum färben, ganz zerstört, resp. oxydirt. Wird das Petroleum aber eine längere Zeit, als zum Bleichen nothwendig ist, der Sonne ausgesetzt, dann findet eine Rückwirkung statt, das Petroleum wird noch gelber, wahrscheinlich gleichfalls durch das Ozon, das, nachdem es eine zerstörende Wirkung auf die Beimengungen ausgeübt hat, durch Weiterbildung die Kohlenwasserstoffe angreift und diese dann unter Braunfärbung oxydirt.

Besonders für die Erzeugung von Petroleum, das größere Mengen von Schwerölen enthält, ist diese Bleichung von nicht zu unterschätzendem Werthe, wiewohl nicht vergessen werden darf, daß das Petroleum beim Lagern in offenen Gefäßen stark verdunstet und man daher für die möglichst rasche Weiterbeförderung sorgen muß.

Es erübrigt noch das letzte Stadium, die Füllung und Expedition, zu besprechen.

Füllung.

Das Petroleum, nachdem es verkaufsfähig gemacht ist, wird von den Filtern oder Klärreservoirs entweder durch freien Fall oder durch Pumpen in die Füllreservoirs gefördert. Diese müssen, mit Rücksicht auf die erzeugte Menge und Qualität, in genügender Größe und Zahl vorhanden sein, doch lassen sich hierfür keine Vorschriften geben. Gewöhnlich sind es stehende cylindrische Gefäße, damit das Petroleum noch vollkommen absitzen kann; von ihrem untersten Punkte erfolgt die Füllung. Aus Sicherheitsrücksichten sind sie gewöhnlich im Freien aufgestellt, während das Füllen in geschlossenen Localen geschieht, wenn Fässer &c. gefüllt werden sollen; bei Cisternenfüllung ist die Einrichtung ganz ähnlich der im zweiten Capitel beschriebenen, für Roherdöl geltenden Anordnung.

Fig. 118.



Wichtiger ist die Faßfüllung. Als Füllvorrichtungen werden in einzelnen Fabriken noch Hähne verwendet und auf diese primitive Weise gefüllt. Allgemein verbreitet sind die amerikanischen Faßfüller, aus Fig. 118 ersichtlich, sie functioniren automatisch und ohne Aufsicht, schließen sich von selbst und ist dadurch jede Gefahr des Ueberlaufens beseitigt. Bei *a* tritt das Petroleum vom Reservoir ein und bei *b* aus, ein Ventil *c* im Inneren des Füllers regulirt den Abfluß, der Springhebel *d* öffnet und schließt das Ventil. Im Momente des Füllens ist der Springhebel *d* in einem Einschnitt des Schwimmers *s*, der sich ebenfalls im Inneren des Füllers befindet, eingehängt und damit ist das Ventil geöffnet. Erreicht der Flüssigkeitsspiegel den Schwimmer *s*, so hebt er ihn, dadurch wird der Hebel *d* losgelassen, geht, durch die Spiralfeder gezwungen, in seine durch die Zeichnung ersichtliche Lage zurück, und das Ventil schließt sich.

Es giebt noch eine Reihe anderer Abfüllvorrichtungen dieser Art, auf die jedoch nicht näher eingegangen werden kann.

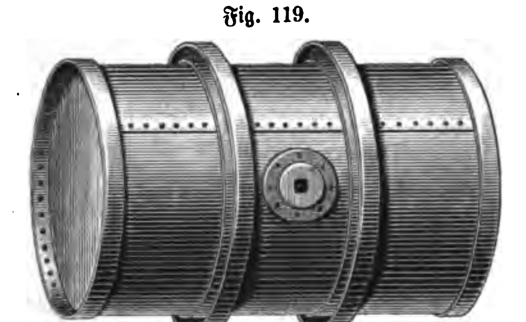
Fässer.

Einen sehr wichtigen Theil der Fabrikation bildet die Erzeugung und Herrichtung der Gebinde. Als nahezu einzige im Welthandel anerkannte Form gilt das amerikanische Petroleumfaß oder Barrel, seiner Form, seines Fassungsraumes und Eigengewichtes wegen. Es wird aus dem amerikanischen Eichenholz

hergestellt; alle anderen Holzgattungen, z. B. die europäischen Eichengattungen, Buchenholz, sind wegen zu großer Porosität oder zu geringem Eigengewicht weit hinter dem amerikanischen Fasse zurückstehend. Ein Faß besitzt einen Fassungsraum von ca. 180 Liter und soll bei dieser Capacität ein Eigengewicht von 33 bis 36 kg haben, so daß durch Abzug von 18 bis 20 Proc. als Taragewicht von dem Gesammt-(Brutto-)Gewicht der Fässer das Nettogewicht des Petroleums festgestellt werden kann.

In den Rahmen dieses Buches kann die Erzeugung von Fässern nicht aufgenommen werden, nur Einiges über deren Adaptirung soll erwähnt werden. Wenn die Fässer in die Fabrik kommen, müssen sie für gewöhnlich noch einer Procedur unterworfen werden. Wenn sie fehlerhaft sind, so wird durch Umwechseln der schadhaften Böden und Dauben (Seitenwände) das Faß reparirt, worauf es, und das gilt auch für die fehlerfreien, durch Anziehen und Antreiben der Reifen und Verrohren dicht gemacht wird. Ist das Faß unbekannter Provenienz oder enthält es Rückstände von fremden Oelen (Firniß 2c.), dann wird es längere Zeit mit Dampf behandelt, bis man sich durch den Augenschein von der Reinheit überzeugen kann, hierauf wird es eventuell reparirt und geleimt. Der Leim ist das einzige und sicherste Mittel, um das Faß dicht zu erhalten, und ein Lecken des Oeles zu verhüten, die Procedur ist eine einfache, die Leimlösung wird gewöhnlich in einer Concentration von 20 bis 30° B. benutzt, von der kochend heißen Flüssigkeit werden ca. 2 bis 3 Liter in das Faß gefüllt, dasselbe verspundet und nach allen Richtungen geschwenkt. Der heiße Leim dringt in alle Fugen und Poren des Holzes, eventuelle Undichtigkeiten sind sofort durch den austretenden Leim erkennbar; besonders energisch wirkt noch die im Fasse befindliche Luft, die durch den heißen Leim erwärmt wird, eine Spannung ausübt, und den Leim in alle Fugen eindrückt [1]).

Fig. 119.



Der überschüssige Leim wird abgelassen, und ist das Faß, nachdem es getrocknet ist, füllfähig. In kleineren Fabriken, oder wo keine Trockeneinrichtungen vorhanden sind, geschieht das Trocknen durch gewöhnliche Luft, indem man die Fässer in luftigen und zugigen Localen aufbewahrt. Wo aber der Bedarf ein sehr großer ist und gerade in einer Jahreszeit, wo die Fässer am schwersten trocknen, wird die erwärmte Luft benutzt. Die Luft wird mit einem Compressor durch einen Ofen gedrückt, in welchem sie überhitzte Röhren passirt, durch ein Thermometer wird die Heizung so regulirt, daß die Luft auf 80 bis 100° erwärmt in die Fässer geblasen wird und diese in ca. 20 Minuten trocknen.

---

[1]) In letzterer Zeit wird mit Erfolg ein Leimsurrogat — Naturgummi — verwendet, das selbst bei größter Kälte nicht gefriert.

Nachdem nun das Faß noch entsprechend adjustirt wird (durch Anstreichen ꝛc.), ist es füllfähig und wird so zum Versandt gebracht.

In neuerer Zeit wird die Aufmerksamkeit auf die Verwendung von eisernen Fässern gelenkt. Constatirbar ist die allmälige Unbrauchbarkeit der alten Petroleumfässer, um so mehr, als die Bezüge von neuen Fässern nahezu aufgehört haben, besonders seitdem die Tankschiffe und Kesselwaggons das ausschließliche Beförderungsmittel geworden sind.

Die Vortheile des eisernen Fasses Fig. 119 sind die minimalen Reparaturkosten, trotz Nichtanwendung von Leim größere Dichtigkeit und daher das Vermeiden von thatsächlichen und angeblichen Mancos.

Continuirlicher Betrieb.

Die geschilderte Erzeugungsweise des Erdöles ist mit wenig Veränderungen nahezu in allen Fabriken üblich. Sie basirt auf der periodischen Destillation als der alleinigen Fabrikationsart, wo man nicht beliebig große, nahezu unerschöpfliche Erdölmengen zur Verfügung hat, oder wo die Lagerung großer Mengen, räumlicher und pecuniärer Verhältnisse wegen undurchführbar ist. Anders gestalten sich die Verhältnisse für die Oelgebiete Amerikas und des Kaukasus, hier sind die Bedingungen für den continuirlichen Betrieb vorhanden. Die Fabriken befinden sich in der Nähe der Oelbrunnen, mit denen sie durch Rohrleitungen verbunden sind, so, daß die zur Erhaltung des continuirlichen Betriebes nothwendigen Oelmengen jeder Zeit zu beschaffen sind.

Die Vortheile des continuirlichen Betriebes gegenüber dem periodischen sind in erster Linie ökonomischeres Arbeiten durch Ersparung von Heizmaterial und Zeitgewinn.

Die Kesselanlage wird continuirlich bei einer nahezu constanten Temperatur erhalten, dadurch ist keine Verschwendung an Heizmaterial möglich, weiter entfällt das — Zeit und Heizmaterial raubende — Anheizen und Abkühlen des Kessels und schließlich wird der Kessel, da er immer bis zu einem bestimmten Niveau gefüllt ist, länger conservirt. Die Bleche leiden weder durch Erglühen noch durch rasches Abkühlen und Erhitzen, ein Uebelstand, der bei der periodischen Destillation kaum zu vermeiden ist.

In Amerika ist eigenthümlicher Weise das System des continuirlichen Betriebes nur wenig in Verwendung, offenbar des größeren Leuchtölgehaltes der Roherdöle wegen, da der continuirliche Destillationsproceß auch auf der Erreichung einer größeren Ausbeute basirt, die bei den leuchtölarmen russischen Roherdölen erstrebt wird. Die ersten Versuche mit einem continuirlichen Apparat stellte Samuel van Sycles aus Titusville an, der im Jahre 1877 ein Patent nahm „auf eine Batterie von Kesseln, in denen das Oel auf constantem Niveau erhalten bleibt und durch Zufluß aus einem Reservoir regulirbar ist“.

Ein solcher Apparat wurde in einer Raffinerie in Buffalo aufgestellt, ohne sich jedoch bewährt zu haben. In neuerer Zeit wurde auch ein Apparat von James Cole Jr aus Cleveland (Ohio) mit unbekanntem Erfolg verwendet. Auch sonstige oft abenteuerlich konstruirte Apparate finden wir in Zeitschriften und Büchern erwähnt, die aber in keiner Weise einem ernst zu nehmenden Betrieb Rechnung tragen.

Viel wichtiger sind die Fortschritte, die im Kaukasus in dieser Richtung gemacht wurden. In erster Linie erwähnenswerth ist der continuirliche Destillationsapparat nach Nobel'schem System, aus Fig. 120 ist die Einrichtung eines solchen Kessels ersichtlich. Die Kesselanlage besteht aus einer Batterie und zwar aus einigen (gewöhnlich vier) Vorwärmekesseln und 14 eigentlichen Destillationskesseln. Die 14 Kessel befinden sich neben einander und beträgt die Gesammtlänge der Reihe 48 bis 49 m, die Kessel sind treppenförmig angeordnet und beträgt der Niveauunterschied der ganzen Reihe etwa 1,5 m.

Der Kessel ist cylindrisch, horizontal, ca. 6 m lang und 2,4 m im Durchmesser, mit einem Fassungsraum von 180 bis 200 m-Ctr. Er ist mit einem Dome *G* versehen, aus dem die Destillationsproducte in die Kühlung *S S* treten, durch die Rohrleitung *l* wird der Kühlwasserzufluß regulirt. Die condensirten Oele werden durch Leitungen in ein gemeinsames Haus geführt, in welchem die Herstellung der verschiedenen Oelsorten auf Grund des specifischen Gewichtes der einzelnen Fractionen vorgenommen wird. Jeder Kessel ist mit der Ablaßleitung *e* versehen, die einen Hahn *h* trägt. Hier werden die 300° heißen Rückstände abgelassen, wobei sie in Schlangenröhren durch große Vorwärmebehälter fließen, welche mit der später zur Destillation kommenden Rohnaphta gefüllt sind, worin diese auf 110 bis 130° erwärmt wird [1]).

Die dabei sich verflüchtigenden, leichtesten Oele, höchstens 1/3 Proc., werden in besonderen, mit den Deckeln der Behälter in Verbindung stehenden Wasserkühlern verdichtet, während die vorgewärmte Naphta in den Füllbehälter gehoben wird; von dem aus, nachdem wieder Abkühlung auf etwa 90° eingetreten ist, die ununterbrochene Speisung der ersten Benzinkessel unter Anwendung eines Regulators erfolgt. Die Rückstände laufen in die großen gemauerten Behälter zur Aufbewahrung.

Durch die Vorwärmung der Rohnaphta wird nicht allein an Heizmaterial gespart, sondern auch mitgerissener Sand und Schlamm abgesetzt.

Die Heizung sämmtlicher Kessel geschieht mit Rückständen mittelst Forsunkaheizung *B*. Ein Netzgewölbe *N* schützt gegen die Einwirkung der Stichflamme. Der Betrieb geschieht in folgender Weise: die ersten vier Kessel, etwas größer als die 14 folgenden, dienen zum Abtreiben des Benzins, weshalb sie auch kurz „Benzinkessel" genannt werden. Die 14 anderen Kessel sind die eigentlichen Kerosinkessel. An der vorderen Stirnseite der ganzen Batterie befindet sich die Hauptleitung *A*, ein circa 20 cm-Rohr mit einer Steigung von 3 cm auf die Gesammtlänge. Von dieser Leitung zweigen vor jedem Kessel die Rohre *b* und *c* ab. Das Rohr *b* dient als Füllleitung in der Weise, daß die Naphta aus dem Hauptrohr *A* durch das geöffnete Ventil b_1 in die Rohrleitung *b* tritt, die bis zum hinteren Ende des Kessels sich erstreckt und in ein abwärts gerichtetes Rohrende ausgeht. Aus dem Kessel tritt die Naphta durch die Leitung *c* und das geöffnete Ventil c_1 in die Hauptleitung *A* zurück, um in ähnlicher Weise in den nächsten Kessel zu fließen. Das Ventil a_1 ist in dem Falle immer geschlossen, so daß die Naphta gezwungen ist, den Weg durch den Kessel zu machen. Aus der Einrichtung ist es ohne Weiteres

[1]) Engler: „Erdöl von Baku."

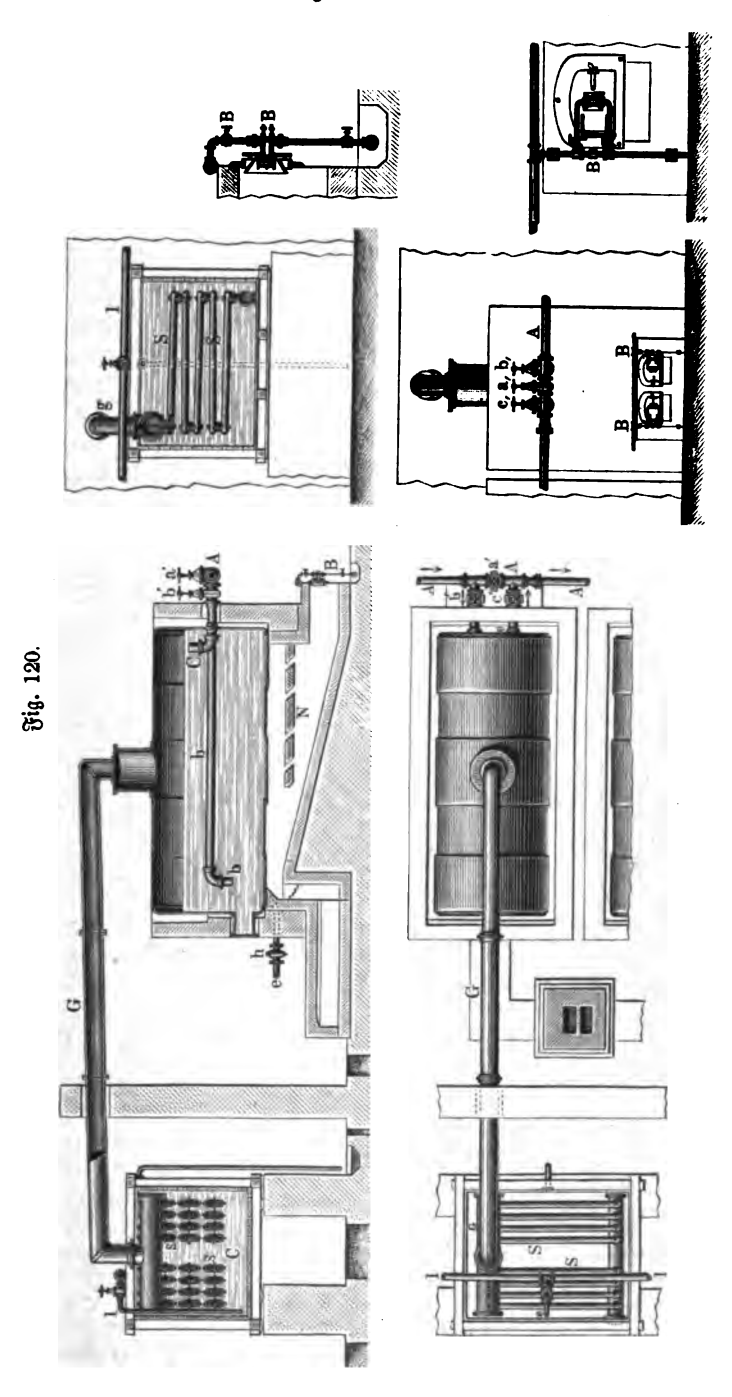


Fig. 120.

ersichtlich, daß jeder Kessel der Batterie im Bedarfsfalle ausgeschlossen werden kann, einfach durch Schließen der Ventile b_1 und c_1 und Oeffnen des Ventiles a_1 in der Hauptleitung A. In sämmtlichen Kesseln erfolgt die Destillation mit gespanntem Dampf, welcher aus verzweigten Rohren unter und über dem Oel in den Dampfraum tritt.

Der überhitzte Dampf wird in einem Röhrenüberhitzer erzeugt.

Aus nachfolgender Tabelle ist der Gang einiger Destillationen ersichtlich:

	Vorwärmekessel				Erste Destillationsreihe													
	48	49	50	51	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Temp. °C.	131	153	175	194	195	211	227	234	248	250	256	—	—	—	273	275	285	294
Spec. Gew. 17,5° C. .	—	—	—	—	0,784	0,792	0,801	0,809	0,814	0,822	0,827	0,832	—	—	0,834	0,836	0,842	0,847
Temp. °C.	129	159	177	200	206	221	230	238	257	259	—	—	—	280	285	288	297	307
Spec. Gew. 17,5° C. .	—	—	—	0,783	0,788	0,798	0,804	0,812	0,818	0,826	—	0,832	—	0,835	0,842	0,846	0,849	0,855
Temp. °C.	133	157	175	—	193	207	218	228	246	247	—	—	267	272	278	283	297	304
Spec. Gew. 17,5° C. .	—	—	—	—	0,777	0,785	0,795	0,814	0,811	0,821	—	0,827	0,833	0,834	0,841	0,845	0,849	0,856
Temp. °C.	126	150	179	192	195	219	228	233	243	247	256	—	275	286	294	300	310	315
Spec. Gew. 17,5° C. .	—	—	—	0,780	0,786	0,792	0,798	0,805	0,814	0,820	0,827	—	0,837	0,835	0,840	0,845	0,850	0,855

Die Kessel Nr. 48, 49, 50, 51 sind die Vorwärmekessel, denen sich die eigentlichen Kerosinkessel 1 bis 14 anschließen. In der Horizontalcolonne sind die Temperaturen einer Destillation und unter derselben die specifischen Gewichte der Producte verzeichnet. Wir ersehen daraus, daß die Destillation russischer Rohnaphta bei 130° C. beginnt und bis 300° C. geht und die schwersten Producte, die noch zum Petroleum genommen werden, 0,855 bis 0,860 schwer sind. Das Betriebsergebniß der einzelnen Kessel ist ein nahezu constantes, die durch die Kessel fließende Naphta giebt in jedem derselben Fractionen, der Temperatur des Kessels entsprechend, ab. Die Temperaturdifferenz zweier benachbarter Kessel beträgt durchschnittlich 7 bis 8° C. Auch die specifischen Gewichte differiren gleichmäßig und beträgt die Differenz auch 0,007 bis 0,010 specifische Gewichtsgrade.

Neben den allgemeinen Vortheilen des continuirlichen Betriebes weist der Betrieb eine größere Ausbeute auf[1]), die ca. 36 Proc. beträgt.

Diese Mehrausbeute rührt von der großen Verdampfungsfläche her, die bei dem Nobel'schen System durch die Zahl der Kessel und den constanten hohen Spiegel erreicht wird.

Bei diesem Destillationssystem[2]) ist die Anwendung von Dephlegmatoren unerläßlich, da sonst das Mitreißen von schweren Oelen in Folge continuirlichen Zulaufes von Naphta leichter möglich ist. Besonders bei den letzten Kesseln ist die Gefahr eine große; man läßt daher die Dämpfe der fünf letzten Kessel durch Separatoren gehen, von denen auf den letzten drei Kesseln (Nr. 12, 13, 14 der Tabelle) je zwei hinter einander, auf den vorhergehenden (10 und 11 der Tabelle) nur je einer angebracht sind. Es condensiren sich nahezu 25 Proc. der Dämpfe und das so gewonnene Schweröl läuft entweder unmittelbar in den Kerosinkessel zurück, oder, und dies ist der gewöhnliche Gang, es wird besonders aufgefangen und auf minderwerthige Solaröle verarbeitet.

In der letzten Zeit wird ein von Schuchow Intschik und Bary patentirter Destillationsapparat mit continuirlichem Betriebe in einigen Fabriken verwendet.

Der Apparat Fig. 121 (a. f. S.) besteht aus einem Metallkasten *A*, der auf dem Destillirkessel *B* oder in dessen Nähe aufgestellt ist. Dieser Kasten enthält eine beliebige Anzahl (gewöhnlich aber neun) flacher Pfannen, wie aus der Figur ersichtlich ist. Die Pfannen, die mit den Wänden des Kastens combinirt eine Reihe von Kammern bilden, erhalten in diesen Räumen eine constante Temperatur; gleichzeitig sammeln sie auf ihrer Oberfläche die jeweilig condensirten Destillate, entsprechend ihrer Temperatur. Der Verlauf der Destillation ist nunmehr folgender:

Aus dem Kessel *B* treten die Dämpfe der destillirenden Flüssigkeit in den Kasten *A*, wo sie sich in der Richtung des Pfeiles bewegen und die Fläche der mit Naphta gefüllten Pfanne *ef* berühren, letztere wird erwärmt und damit die Naphta.

Ein Theil der Dämpfe — durch Abgabe latenter Wärme an die Pfannen — condensirt sich theilweise und fällt als Flüssigkeit auf die Fläche *ab*. Die in dieser Kammer uncondensirten Dämpfe dringen weiter durch den hydraulischen Verschluß *p* in die Oelmassen, mischen die letzteren auf, wobei sich wieder ein Theil, und zwar der schwereren Dämpfe, condensirt, während der andere sich mit den entweichenden Dämpfen der Naphta aus der Pfanne mischt und durch den Spalt *d* in die zweite Kammer eintritt. Hier berühren die eintretenden Dämpfe die Fläche *e'f'* mit einer weniger erwärmten Naphta, wärmen letztere auf, condensiren sich dabei theilweise, während der uncondensirte Antheil durch den hydraulischen Verschluß *p'* durchgeht, um dann in beschriebener Weise zu wirken, wobei sich der Proceß in jeder Kammer des Apparates, deren Anzahl je nach Bedarf verschieden groß sein kann, wiederholt. Die latente Wärme der von unten nach

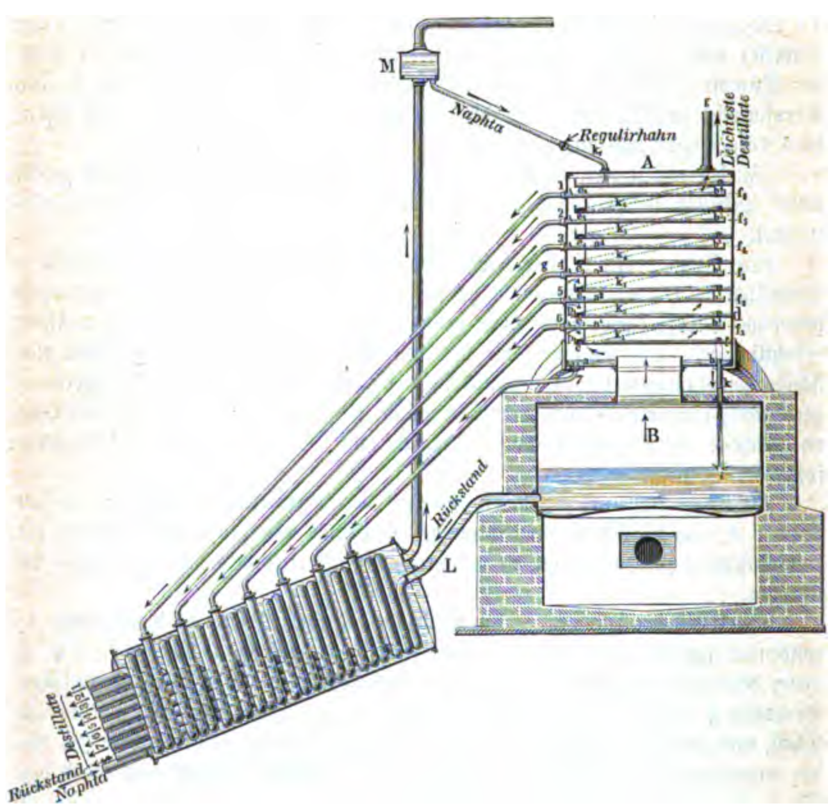
[1]) „Memoiren der kaiserl. russisch. techn. Gesellsch." rc. 1889, Mai. — [2]) Engler: „Erdöl von Baku."

oben aufsteigenden Dämpfe dient zur Erwärmung der Naphta, die sich in entgegengesetzter Richtung von oben nach unten zum Kessel B bewegt. Die Naphta trifft, je näher sie zum Kessel gelangt, immer heißere Dämpfe, wird erwärmt, wobei entsprechend der Erwärmung die jeweiligen Antheile sich verflüchtigen, so daß in den Kessel nur der schwere, im Apparat nicht mehr verflüchtigende Theil der Naphta fließt.

Die Richtung derselben ist aus der Zeichnung leicht begreiflich. Die Naphta tritt durch die Röhre k_7 in den Apparat A, verbreitet sich auf der Fläche $e_6 f_6$,



Fig. 121.



erwärmt sich durch die Dämpfe, die in der zweiten Kammer circuliren und die durch den Verschluß p in die Flüssigkeit eintreten. Es ergießt sich dann durch die Röhre k_6 die Naphta auf die Fläche $e_5 f_5$, die durch — eine höhere Temperatur besitzende — Dämpfe erwärmt wird, weshalb hier ein Theil der schwereren Fractionen verdampft, der andere Theil gelangt durch k_5 auf $e_4 f_4$ u. s. w. Der Rest der auf der Fläche ef sich nicht verflüchtigten Flüssigkeit kommt durch die Röhre k in den Kessel B.

Die Destillate, die durch die Condensation der Dämpfe entstehen, fließen auf der Fläche ab und durch die Röhren $g_1 \ldots _7$ in die Destillationsreservoirs. Die Röhren $g_1 \ldots _7$, durch welche die Destillate abgeleitet werden, passiren, bevor sie in die Destillatreservoirs einmünden, einen geneigten Cylinder, der die Rolle eines Vorwärmers spielt, wobei die in den Destillirapparat kommende Naphta denselben passirt und von den Destillaten vorgewärmt wird.

Der Apparat hat nach der Angabe des Erfinders [1]) folgende Eigenschaften: er besitzt einen sehr geringen Rauminhalt, braucht wenig Brennmaterial und Kühlwasser, und es erfolgt hier eine möglichst vollständige Fractionirung der Destillationsproducte.

Der Kessel besitzt eine Capacität von 400 Pud Rohnaphta und verarbeitet unter continuirlichem Zulauf in 24 Stunden 8000 bis 10000 Pud Rohöl. Das specifische Gewicht der Destillate auf der ersten Pfanne beträgt 0,872, die Rückstände haben das specifische Gewicht 0,920. An Destillat erhält man 57 Proc. Die Temperaturdifferenz zwischen je zwei Pfannen beträgt 30° C., was für einen Apparat, der etwa sieben Pfannen hat, eine Gesammtdifferenz von 210° ausmacht.

Der Ueberschuß der Naphtarückstände fließt durch das Rohr L aus dem Kessel ab, passirt gleichfalls den geneigten mit Rohnaphta gefüllten Cylinder, um diesen vorzuwärmen. Die Rohnaphta wird von einem höher gelegenen Gefäß durch diesen Cylinder in das Reservoir M gedrückt.

Nach Privatnachrichten und bis zum Abschluß dieses Capitels soll der Apparat in der Schibajeff'schen Fabrik in Baku mit Erfolg verwendet werden, wohl mit wesentlichen Verbesserungen, wie Errichtung einer Rectificationscolonne aus Gußeisen, so daß von dem ursprünglichen Apparat nicht viel mehr als die Idee geblieben ist. In dieser Fabrik sind fünf solche Kessel aufgestellt. Der Apparat ist mit Dephlegmation und fractionirter Kühlung versehen, zur Gewinnung von sechs Fractionen, und soll ein sehr schönes helles Product mit mehreren Procenten Mehrausbeute gegen gewöhnliche Destillationskessel geben. Für Schmieröle ist er bis heute noch nicht in Anwendung.

Ungünstigere Resultate soll er dagegen in der Rothschild'schen Raffinerie geliefert haben.

In neuerer Zeit sind Versuche mit dem von Alexejew construirten Apparat für continuirlichen Betrieb in einigen Fabriken ausgeführt worden, ohne jedoch entscheidend für die praktische Einführung derselben zu sein.

Die Destillation [2]) der Naphta mit diesem Apparat geschieht durch Unterstützen mit leichten Kohlenwasserstoffen statt des überhitzten Dampfes. Zu diesem Zweck kann man die Kohlenwasserstoffe anwenden, die sich bei der Destillation der Naphta oder Naphtarückstände bilden, oder in eigens construirten Gasretorten erzeugt und gesammelt werden. Die leichten Kohlenwasserstoffe, die sich bei der Destillation bilden, gelangen mit dem Destillat in den Kühler, werden dort von den Oelen getrennt und in den Destillirkessel zurückgepumpt. Diese Art

---

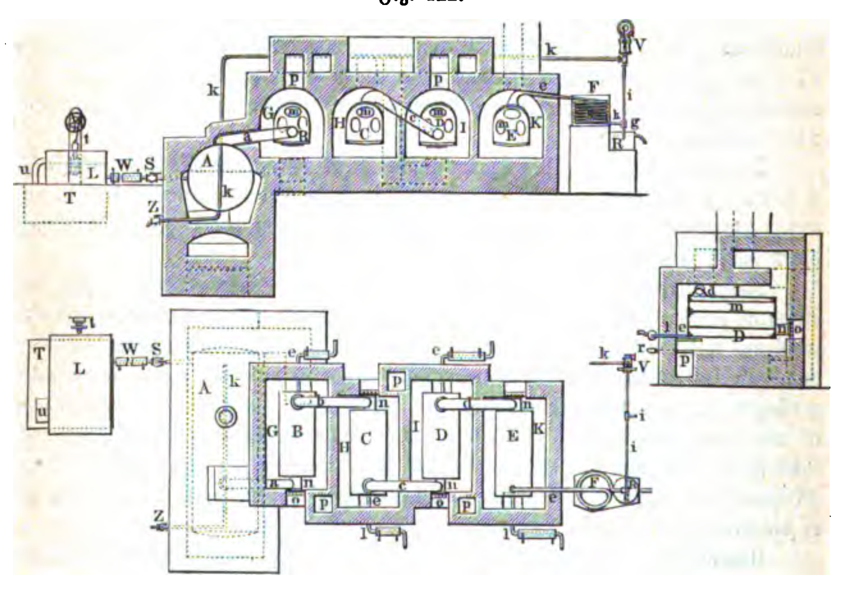
[1]) „Memoiren der kaiserl. russ. techn. Gesellsch." 1889, Mai. — [2]) Ebendaselbst 1890, Mai.

der Destillation wird sowohl für periodische, als auch für continuirlich wirkende Destillirapparate angewendet.

In der Fig. 122 ist eine Destillationsanlage für continuirlichen Betrieb ersichtlich.

Vom Kessel *A* treten die Dämpfe der Destillate und die leichten Kohlenwasserstoffe durch die Röhre *a* in den ersten Condensator *B*; das in diesem nicht condensirte Destillat geht dann in den zweiten Condensator *C* über, von dem der nicht condensirte Theil durch die Röhre *c* in den dritten Condensator *D* gelangt. Das unverdichtete Destillat geht durch die Röhre *d* in den vierten Condensator *E*, und der hier nicht condensirte Theil durch die Röhre *e* in die Schlange *s* des Kühlers *F*. Am unteren Ende der Schlange, wie es in der Figur zu ersehen

Fig. 122.



ist, befindet sich ein Dreiweghahn *g*, von dem ein Rohr nach unten gerichtet ist, dessen Ende 50 bis 80 mm tief in Flüssigkeit taucht. Das andere nach oben gerichtete Rohr *i* ist mit einer Gas- (Luft-) Pumpe *V* verbunden, die die leichten Kohlenwasserstoffe in den Kessel *A* zurückpumpt, und zwar durch die Röhre *k*, die wie ein Dampfrohr am Boden des Kessels liegt und mit feinen Röhrchen versehen ist.

Die Condensatoren *B, C, D, E* liegen in den Kammern *G, H, I* und *K*. Die Kammern, somit auch die Condensatoren, werden auf verschiedene Temperaturen, dem gewünschten Destillat entsprechend, erwärmt. Je näher sich der Condensator und auch die Kammern dem Kessel befinden, um so höher ist die Temperatur derselben. So wird der erste Condensator auf 360 bis 400° erwärmt, wobei in demselben Vaselin erhalten wird, der zweite *C* auf 300 bis 400°, hier erhält man Maschinenöl; der dritte *D* auf 200 bis 300°, wo man Schweröle

erhält; endlich in dem vierten *E*, bei einer Temperatur von 100 bis 200°, gewinnt man Kerosin, und in den Kühler gelangen die Dämpfe vom Benzin (Gasolin).

Die heißen Heizgase vom Kessel *A* werden durch Canäle *p* in die Kammer geleitet und durch Schieber *r* regulirt. Am Boden eines jeden Condensators befindet sich ein Ablaßrohr *e*, welches mit einem besonderen Kühler *l* verbunden ist. Die äußere Mündung dieses Ablaßrohres liegt ein wenig höher als der Boden des Condensators, so daß die Flüssigkeit erst abfließen kann, wenn sie eine gewisse Höhe erreicht hat; dadurch wird die Flüssigkeit zu einem längeren Verweilen im Condensator gezwungen, und die mechanisch mitgerissenen Dämpfe der leichteren Kohlenwasserstoffe haben Zeit, von Neuem zu verdampfen. Die Condensatoren sind behufs Erzielung einer größeren Dephlegmation (einer größeren kühlenden Oberfläche) mit durchgehenden Röhren versehen. An der entgegengesetzten Seite der Ablaßröhren *e* befindet sich etwas über dem Boden eines jeden Condensators ein Aufsatz *n*, der mit einem Mannloch *o* und Canal *p* versehen ist und sich auch mit den Röhren *b*, *c*, *d* vereinigt. Der Kessel *A* wird continuirlich vom Reservoir *L* durch die Röhre *S* mit Rohöl gespeist. In das Reservoir *L* wird das Rohöl durch eine Pumpe vom niedriger gelegenen Reservoir *T* gefördert. Diese Pumpe muß etwas mehr Oel hinaufsaugen, als es für die Speisung des Kessels *A* nothwendig ist; das überschüssige Rohöl fließt durch die Ueberlaufsröhre *u* in das untere Reservoir *T* zurück.

Um ein Erwärmen der Naphta im Reservoir *L* durch die Röhre *S* zu vermeiden, wird letztere in den Kühler *W* gelegt. Der Hahn *Z* dient zum Ablassen der Flüssigkeit vom Kessel *A*.

Soll der Apparat für die fractionirte Destillation der Rückstände verwendet werden, dann genügt es, bei dem Kessel bloß zwei Condensatoren einzurichten.

Der beschriebene Apparat soll in der Fabrik Zollikofer in Petersburg aufgestellt sein und gute Resultate liefern. Dieses bestätigen auch die von Alexejew in Gegenwart einer Expertcommission ausgeführten Versuche. Nach Privatmittheilungen aus Baku aber soll der Apparat in einer dortigen Fabrik keine günstigen Resultate geliefert haben.

Im Betriebe soll der Apparat aus Naphtarückständen etwa 80 Proc. Rohkerosin vom specifischen Gewicht 0,824 geben. Bei einmaliger Destillation werden im Condensator *E* nur gegen 30 Proc. des Rohmaterials als Kerosin gewonnen, wenn aber die in den Condensatoren *B*, *C*, *D* sich verdichtenden Oele einer nochmaligen Destillation im Apparate unterworfen werden, erhält man die obigen 80 Proc., dieses Rohkerosin wird dann in gewöhnlichen Blasen einer nochmaligen Destillation unterworfen. Das Product liefert ein gutes Brennöl von 0,821 specifischem Gewicht, das etwa 67 Proc. des Rohmaterials beträgt.

Der Apparat von Alexejew soll einfach und ruhig arbeiten und keine Aufsicht erfordern, ist aber, da Dephlegmationskammern nothwendig sind, viel theurer, als die gewöhnlich eingerichteten Destillationskessel, und da schon eine dreimalige Destillation erforderlich ist, um aus verdampften 69 m=Ctrn. auch nur 12 m=Ctr. Reinkerosin zu erhalten, ist selbstverständlich der Verbrauch an Heizmaterial ein ziemlich großer.

Es kann also dieser Apparat nur in Gegenden eingeführt werden, wo die Naphta theuer und das Heizmaterial billig ist.

In Baku konnte er sich wahrscheinlich schon deshalb nicht bewähren, weil die Rohnaphta dort sehr billig ist und sich im Preise sehr wenig vom Rückstande unterscheidet, so daß man dort keinen Bedarf an Rückständen zur Verarbeitung auf Petroleum hat, dem eigentlichen Princip dieses Apparates.

Die Ausbeute von circa 67 Proc. Kerosin aus den Rückständen ist allerdings nicht bloß der Unterstützung der mit den leichten Kohlenwasserstoffen durchgeführten Destillation, sondern auch der ziemlich hohen Temperatur (etwa 380 bis 390°), welche in dem Destillirkessel herrscht, zu verdanken. Bei dieser Temperatur erleiden die schweren Theile eine Zersetzung, wobei die sich bildenden leichten Antheile mit den einströmenden flüchtigen Kohlenwasserstoffen weggeschafft werden, auch verhindern letztere durch ein fortwährendes Aufrühren der Flüssigkeit ein Anbrennen der ganz schweren Theile an den Kesselwänden.

Im Jahre 1889 wurde vom Ingenieur Dolinin ein, für continuirlichen Betrieb eingerichteter, Apparat für Petroleum und Solaröle construirt. Da derselbe bis jetzt noch nicht in der Praxis Anwendung findet, ist eine Beschreibung nicht von Bedeutung.

Das Verfahren von Lisseuko[1]), beruhend auf der Spaltung der Naphtarückstände zwischen 434 bis 501° C., mit einem Kerosinergebniß von 64 Proc., vom specif. Gew. 0,805 und 30 Proc. von 0,860, hat sich nach Glasenapp technisch nicht bewährt, denn 1. ist die Destillation zu langsam, wegen Spaltung der Kohlenwasserstoffe, so daß 20 mal weniger Oel verarbeitet werden kann, als nach dem gewöhnlichen Verfahren; 2. ist die Farbe des Kerosins dunkel; 3. werden 20 Proc. Säure verwendet gegen 0,5 bis 2 Proc. des gewöhnlichen Petroleums; 4. ist die Rohnaphta zu billig.

Die Verwerthung der Petroleumrückstände.

Bei der Destillation des Rohöles in den Destillirkesseln wird nur auf die Gewinnung der Leuchtöle Gewicht gelegt, nur in den allerseltensten Fällen, in primitiv eingerichteten Fabriken, wird die Weiterverarbeitung des Rückstandes durch Destillation in demselben Kessel durchgeführt. In allen regelmäßig arbeitenden Fabriken bleibt der Rückstand als solcher zurück, um in später zu beschreibender Weise verarbeitet zu werden.

Der Rückstand der Petroleumdestillation (Ostatki, Masut, Residuum, Residue brûte) bildet das Rohmaterial für die Erzeugung von hochwerthigen Oelen, Fetten 2c. Er stellt in der Regel eine dickflüssige bis halb consistente, oft bei gewöhnlicher Temperatur erstarrende Flüssigkeit von dunkelgrüner bis schwarzbrauner Farbe dar. Er hat einen brenzlichen (Destillat-) Geruch, oft stark an Kreosotöle erinnernd.

---

[1]) Journ. f. Berg- und Hüttenwesen (russisch) 1887, S. 349 und Dingl. polyt. Journ. 266, 226.

Das specifische Gewicht ist gewöhnlich ein sehr hohes und schwankt in der Regel zwischen 0,880 bis 1,0 und selbst darüber. Er schwimmt gewöhnlich auf dem Wasser und zeichnet sich, besonders von russischen Oelen herstammend, durch besondere Fettigkeit aus. Der Zündpunkt ist ein hoher, nachdem die leichtflüssigen Oele abgetrieben sind, und ist der Siedepunkt gewöhnlich über 300° C. gelegen.

Dickflüssiger leicht erstarrender Rückstand enthält meistens Paraffin, wiewohl auch theerige Beimengungen die Ursache des Stockens sein können. Während bei normaler Temperatur flüssiger Rückstand keine nennenswerthen Mengen Paraffin enthält.

Nach der Destillation ist der Theer viel zu heiß, um ohne Kühlung sofort abgelassen zu werden. Neben der Gefahr, daß alle Verbindungen der Leitungen bei eventueller Pumpenbeförderung des Rückstandes leiden, ist auch die Gefahr einer Selbstentzündung bis zu einem gewissen Grade möglich. Diese Erscheinung ist noch nicht vollständig aufgeklärt und glücklicher Weise nur durch wenige Fälle bestätigt; wahrscheinlich ist es, daß die Oeldämpfe mit dem Sauerstoff der Luft und bei so hoher Temperatur ein leicht entzündliches, explosibles Gemenge bilden.

Die Kühlung des Rückstandes geschieht im Allgemeinen mit Wasser, gewöhnlich befindet sich in der Nähe der Ablaßvorrichtung des Kessels ein kleines Reservoir mit einer stetigen Wasserzuflußvorrichtung versehen; durch eine genügend große Schlange, die sich in dem Reservoir befindet, fließt der Rückstand ab und wird so weit abgekühlt, daß er gefahrlos weiter verarbeitet werden kann. Die Kühlung ist auch aus anderen Betriebsrücksichten empfehlenswerth, da besonders bei periodisch arbeitenden Kesseln der Rückstand rasch abgelassen und die Kessel wieder in Betrieb gesetzt werden können, wo sich keine Kühlung befindet, wird viel Zeit zur Abkühlung des Rückstandes im Kessel selbst unnütz vergeudet.

Eine im Bakudistrict sehr gebräuchliche und schon beschriebene Kühlung des Rückstandes geschieht durch das Rohöl. Beide Flüssigkeiten circuliren nach dem Gegenstromsystem, wobei einerseits das Rohöl zur Destillation genügend vorgewärmt, andererseits der Rückstand abgekühlt wird.

Der Rückstand wird sowohl als solcher verwendet, und zwar zu Heizzwecken, filtrirt und raffinirt, als Schmieröl (Vulcanöl) und zur Erzeugung von Wagenfetten und Oelgas [1]). Seine Hauptverarbeitung endlich geschieht in der Fabrik selbst durch Destillation, über seine Verwendung als Heizmaterial soll in einem anderen Capitel gesprochen werden. Seine Verwendung zur Wagenfett- und Oelgasbereitung paßt in den Rahmen eines anderen Buches und sei nur Einiges über seine Verwendung als Schmieröl direct gesagt.

Zur Erzeugung von Schmierölen ist nicht jeder Rückstand geeignet. In erster Linie ist erforderlich, genügende Flüssigkeit desselben, ein besonderer Vorzug der russischen Rückstände; ein weiteres Erforderniß sind Viscosität und Reinheit, die russischen Rückstände mit einem durchschnittlichen spec. Gew. von 0,910 bis 0,920 sind, wenn sie wasserfrei und durch Filtration von den suspendirten theerigen und coaksigen Bestandtheilen befreit sind, ein vorzügliches Schmiermaterial. Die meisten Rückstände, die

[1]) Siehe siebentes Capitel.

sonst allen Anforderungen entsprechen, müssen in der Regel einer Behandlung mit Chemikalien unterzogen werden. Der Proceß ist ein verhältnißmäßig einfacher und die erzielten Resultate oft überraschende. Die zur Schmierölbereitung geeigneten Rückstände werden gewöhnlich in folgender Weise behandelt; in kleinen ausgebleiten Agitatoren wird der Rückstand mit indirectem Dampf zunächst vollständig entwässert und hierauf bei einer Temperatur von 80 bis 100°, unter kräftigem Mischen, mit Schwefelsäure behandelt, nach der erfahrungsgemäß festgestellten Einwirkungsdauer wird die Mischung eingestellt, das Product eine kurze Zeit stehen gelassen und die Abfallsäure sofort abgelassen. Man muß sich damit beeilen, da dieser Säurerückstand bei gewöhnlicher Temperatur fest wird. Das Oel wird dann noch einige Zeit stehen gelassen, wobei die suspendirten Theertheilchen sich vollständig setzen, hierauf wird das Oel abgeschöpft, sofort mit Lauge behandelt und in breiten flachen Pfannen blank gekocht. Durch diese Behandlung erhält man aus dem unangenehm riechenden, schwarzbraun gefärbten Rückstande eine grüne, in dünnen Schichten durchsichtige, schwach riechende Flüssigkeit von großer Schmierfähigkeit. Die Gestehungskosten eines solchen Oeles sind keine geringen, da bei der Behandlung von Säure (gewöhnlich 5 bis 10 Proc.) sich ein großer Theil des Rückstandes, oft die Hälfte, mit Säure verharzt. Je nach der Consistenz des Rückstandes erhält man dünn- und dickflüssige Oele; letztere gewöhnlich als Cylinderöle verwendet, während erstere als Vulcanöle in den Handel kommen. Auch durch einfache Filtration des Rückstandes erhält man je nach der Provenienz des letzteren ziemlich gute Oele, so werden die amerikanischen und galizischen Vulcanöle (filtered Vulcanoils) warm und unter Eigendruck durch mit Dampf geheizte Filter oder Schlammpressen filtrirt. Als empirisches Kriterium eines reinen Vulcanöles gilt neben anderen Anforderungen, wenn eine Probe auf dem Papierfilter keinen oder nur sehr geringen Rückstand hinterläßt.

Die Anwendung des Rückstandes als solchem, filtrirt oder raffinirt, ist nur eine beschränkte, nur für untergeordnete Maschinenbestandtheile, für Waggonachsen, wo ein besonderes Gewicht auf hohen Zündpunkt, Viscosität und niedrigen Preis gelegt wird, wird Rückstand zum Schmieren benutzt. Seiner Anwendung für den Maschinenbetrieb, besonders für Dampf- und Werkzeugmaschinen stehen sein großer Theergehalt — der leicht zu Verharzungen Anlaß giebt — im Wege. Ueberall dort und wo ein Ersatz für die theuren vegetabilischen Oele gesucht wird, werden die aus dem Rückstande durch Destillation mit überhitztem Dampf gewonnenen Oele verwendet.

Die Verwendung von Schmierölen mineralischen Ursprungs ist sehr jungen Datums. Im Verlauf der letzten drei bis vier Jahrzehnte hat sie sich zur heutigen Höhe emporgeschwungen. Vorurtheile gegen das neue Product, die Gewohnheit mit vegetabilischen und animalischen Oelen zu schmieren einerseits, Mangel der Qualität des Productes andererseits, bildeten den Hemmschuh seiner Verwendung [1]).

Die mineralischen Schmieröle oder, wie sie auch oft genannt werden, Schweröle, wurden vor Anwendung des überhitzten Dampfes durch einfache Destillation,

---

[1]) Veith: Chemikerzeitung 1890, 14, Nr. 55, 57.

also durch Verdampfen des Productes und durch Condensation der Dämpfe, aus den Roherdölrückständen dargestellt. Die Destillation geschah anfangs in gußeisernen Retorten, später in Blechkesseln. Wenn es auch bei sorgfältigst geführter Destillation gelang, ein Product von schöner Farbe mit genügend hohem, specifischem Gewicht darzustellen, so konnte dasselbe nichtsdestoweniger den Hauptanforderungen an ein gutes Schmieröl nicht entsprechen, da es durch die Art und Weise der Destillation seine Schmierfähigkeit einbüßte. Die Oeldämpfe erlitten an den überhitzten Kesselwänden — da zur Verdampfung sehr hohe Temperaturen verwendet werden mußten — eine partielle Zersetzung, unter Bildung von leichteren übelriechenden Kohlenwasserstoffen, welche die Fettigkeit der Oele herabsetzten und ihnen einen unangenehmen Geruch verliehen. Zur Vermeidung dieser Uebelstände versuchte man, durch Mehraufwand von Chemikalien den Geruch zu nehmen oder zum mindesten herabzusetzen, und durch Zusatz von vegetabilischen und animalischen Oelen ein halbwegs verwendbares Handelsproduct auf den Markt zu bringen. Nothgedrungen führten diese Bestrebungen zu Verbesserungen und wurde gegen Ende der sechziger und anfangs der siebziger Jahre zum ersten Male der überhitzte Dampf zur Unterstützung der Destillation eingeführt. So weit erinnerlich, geschah dies in Oesterreich-Ungarn durch von Matscheko. Die Einführung des überhitzten Dampfes und die allmäligen, später zu erwähnenden Vervollkommnungen des Betriebes gaben den Anstoß zu einer Industrie, deren Leistungsfähigkeit heute eine sehr hohe Stufe erreicht hat. Dies gilt besonders für den Bakudistrict, wo die Rückstände der Kerosindestillation ein zur Erzeugung von Schmierölen ganz besonders geeignetes Material darstellen.

Hauptsächlich V. J. Ragosin, Gebrüder Nobel, Schibajeff, Oehlrich, Tagieff und Sarkisow haben sich um die Entwickelung dieses Zweiges große Verdienste erworben [1]).

Die Oele, aus den russischen Rückständen gewonnen, zeichnen sich durch eine hohe Zähflüssigkeit, Kälte und Feuerbeständigkeit, außerdem durch minimalen Paraffingehalt aus. Die Fabrikation der Mineralschmieröle zerfällt, wie die Petroleumfabrikation, in die Destillation und die darauf folgende Raffination des Destillates; der Unterschied beruht jedoch auf Folgendem: Die Destillation des Rückstandes kann nicht allein mit Feuer betrieben, sondern es muß hierbei überhitzter Dampf angewendet werden, weil die bei dieser Destillation sich bildenden Dämpfe so schwer sind, daß sie nur mit großer Schwierigkeit aus dem Kessel aufsteigen können. Die Wirkung des überhitzten Dampfes ist hier eine rein mechanische, er bezweckt, ganz im Gegensatze zur früheren Destillationsart, nicht so sehr ein Verdampfen — denn dazu ist er vermöge seiner verhältnißmäßig geringen Temperatur auch nicht fähig —, sondern ein Mitreißen der Oeltheilchen und, indem er diese gleichzeitig mit einer Schicht umgiebt, verhindert er, daß sie an den erhitzten Kesselwänden eine Zersetzung erleiden. Hierdurch behält das Oel seine Schmierfähigkeit und giebt keinen Anlaß zur Bildung von übelriechenden pyrogenen Producten.

---

[1]) Engler: „Erdöl von Baku."

Der Dampf kann in zweierlei Weise verwendet werden, entweder direct vom Dampfkessel, als gesättigter Dampf, mit der dem Dampfkessel entsprechenden Spannung und Temperatur, oder als überhitzter Dampf.

Zur Destillation des Roherdöles läßt sich der gesättigte Dampf unter beschränkten Bedingungen gebrauchen, doch nur zur Verdampfung der leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffe und zur Unterstützung der Kerosindestillation überhaupt, zur vollständigen Destillation und zur Destillation der Rückstände ist er ganz unverwendbar, denn um diese verhältnißmäßig hohen Temperaturen zu erreichen, müßte der Dampf unter einem so hohen Druck erzeugt werden, daß kein Eisenmaterial es gut aushalten würde, und wäre auch der Heizmaterialverbrauch ein ganz enormer. In der Praxis wird daher nur der überhitzte Dampf zu dieser Destillationsart verwendet, denn der Dampf läßt sich leicht auf 400 bis 500° überhitzen, ohne daß es nothwendig wäre, den Dampfdruck zu erhöhen.

Der überhitzte Dampf [1]) bietet neben den schon erwähnten Vortheilen noch folgende Erleichterungen für den Betrieb:

1. Ist die Temperatur des überhitzten Dampfes vom Dampfdruck unabhängig, das heißt, man kann bei gleichem Dampfdruck die Temperatur des Dampfes beliebig erhöhen.

2. Steht der überhitzte Dampf in seinen thermischen Eigenschaften den permanenten Gasen sehr nahe und bleibt, selbst bei Entziehung von Wärme, gasförmig, und nur bei ganz großer Abkühlung condensirt er sich allmälig zu Wasser.

3. Stehen Temperatur, Druck und das Volumen des überhitzten Dampfes in folgendem Zusammenhange:

$$p . V = 0{,}0051\ T - 0{,}193\ p^{\frac{1}{4}},$$

wo T die absolute Temperatur,
V das Volumen in Cubikmeter,
p der Druck in Kilogramm auf den cm^2 ist.

Das heißt, das Volumen des überhitzten Dampfes ist größer als das des gesättigten Dampfes bei gleichem Druck, aus dem er erzeugt wurde, und ist die Differenz der Volumen der Ueberhitzung proportional.

(Die Wärmecapacität des überhitzten Dampfes beträgt nach Hirn 0,45, nach Regnault 0,48.) Um einen gesättigten Dampf von z. B. 200° C. zu erhalten, müßte ein Dampfdruck von 16 Atmosphären im Dampfkessel herrschen. Beim Eintritt in den Destillirkessel condensirt sofort so viel Wasser durch Abgabe von Wärme, daß einerseits durch die großen condensirten Wassermengen der Betrieb fortwährend gestört würde, andererseits durch Abgabe von Wärme der Dampf nicht mehr wirken kann, der überhitzte Dampf dagegen bleibt gasförmig und ist sogar im Stande, Wassermengen zu verdampfen und mitzureißen.

Der überhitzte Dampf wird, nachdem er im Dampfkessel erzeugt ist, in dem sogenannten Dampfüberhitzer auf die gewünschte Temperatur gebracht. Bei der Anlage der Dampfüberhitzer muß die Ueberhitzungsfläche berechnet werden, die aus den Wänden des Ueberhitzers besteht und so groß sein muß, daß ein

[1]) Tumsky: „Naphta und die Naphtatechnologie."

gewisses Dampfgewicht auf eine gewisse Temperatur erwärmt werden kann. Der Röhrendurchmesser wird durch die Geschwindigkeit des Dampfes bestimmt, die wieder von dem Quantum des letzteren abhängt.

Will man z. B. in einer Stunde 100 kg Dampf auf 200° C. überhitzen, bei einem Dampfkesseldruck von 2 Atm., so läßt sich die hierfür nothwendige Wärme folgendermaßen berechnen. Die Temperatur des gesättigten Dampfes bei 2 Atm. ist 120,6° C., die Wärmecapacität nach Regnault 0,48, somit die zur Ueberhitzung nothwendige Wärmemenge:

$$100\,(250 - 120{,}6)\,0{,}48 = 6240 \text{ Calorien.}$$

Aus dieser Wärmemenge läßt sich die Fläche des Ueberhitzers nach der bekannten Peclet'schen Formel pro Quadratmeter berechnen

$$V = v + v_1 = 124{,}72\, k\, a^S\, (a^t - 1) + 0{,}552\, K_1\, t^b,$$

wobei V die gesammte Wärmeabgabe

$$v = 124{,}72\, k\, a^S\, (a^t - 1)$$

$$v_1 = 0{,}552\, k_1\, t^b.$$

v die pro Stunde und m^2 durch Strahlung abgegebene Wärme,
v_1 die pro Stunde und m^2 durch Leitung abgegebene Wärme,
φ die Temperatur des umgebenden Mediums,
t den Temperaturüberschuß der Wärme abgebenden Fläche über die Temperatur des Mediums,
k einen Coëfficienten, abhängig von der Beschaffenheit der Oberfläche des Körpers,
k_1 einen Coëfficienten, abhängig von der Form und Ausdehnung der Oberfläche,
a eine Constante $= 1{,}0077$,
b eine Constante $= 1{,}233$ bedeutet.

Aus dieser Formel läßt sich die Wärmemenge bestimmen, welche durch ein Quadratmeter Ueberhitzungsfläche übertragen wird.

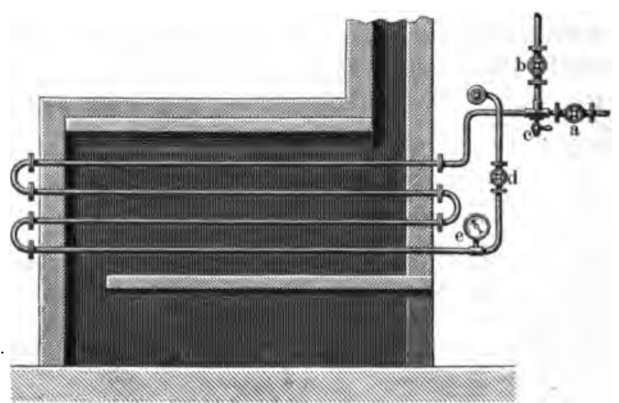
Bei der Verwendung von Dampf in der Praxis wird jedoch stets mit Dampfüberschuß gearbeitet.

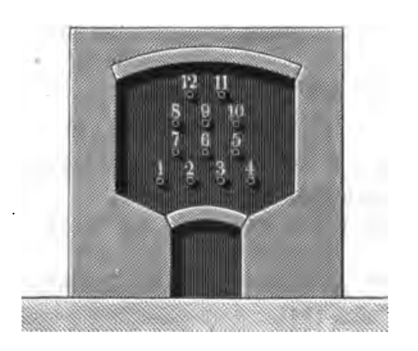
Der Dampfüberhitzer besteht aus einem Rohrsystem in hierzu geeigneten Oefen und wird dieses durch die strahlende Wärme der letzteren, durch die Feuergase und oft durch die Feuerungen der Destillirkessel selbst beliebig erhitzt. Bei der Wahl der Ueberhitzer muß darauf gesehen werden, daß das Material desselben durch die Hitze nicht leide, daß die Temperatur des Dampfes constant bleibe und keinen Schwankungen unterworfen sei. Die aus dem Ueberhitzer tretenden Rohre müssen bis zur Eintrittsstelle in den Kessel gut isolirt sein, weiter soll der Druck im Dampfkessel und hiermit auch im Ueberhitzer ein constanter bleiben. Es muß der überhitzte Dampf anstandslos in den Destillirkessel eintreten können, das heißt der Dampfdruck muß gleich sein dem Druck im Destillirkessel und der Flüssigkeitshöhe im Kessel und dem Druck, der nothwendig ist, um dem Oel- und Dampfgemenge eine gewisse Geschwindigkeit behufs Aus-

treten aus dem Kessel zu geben. Die Erfahrung lehrt gewöhnlich, das richtige Maß für den Dampfdruck einzuhalten.

Die Dampfüberhitzer bestehen in der Regel nur aus Röhren, die in der Feuerung liegen. Die Formen dieser Ueberhitzer, die im Laufe der Zeit in allen möglichen Fabriken angewendet wurden, sind so mannigfaltig, daß sie hier nicht angeführt werden können, wie sich überhaupt keine besonderen Regeln aufstellen lassen; wichtig ist es bei der Einrichtung eines Ueberhitzers, daß der Dampf einen sehr langen Weg in demselben zurücklege, damit er genügend überhitzt in


Fig. 123.

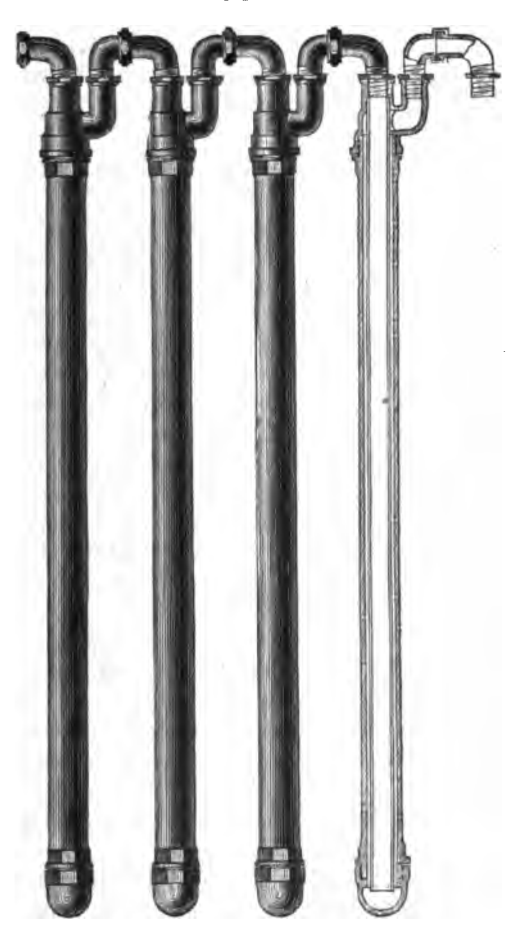


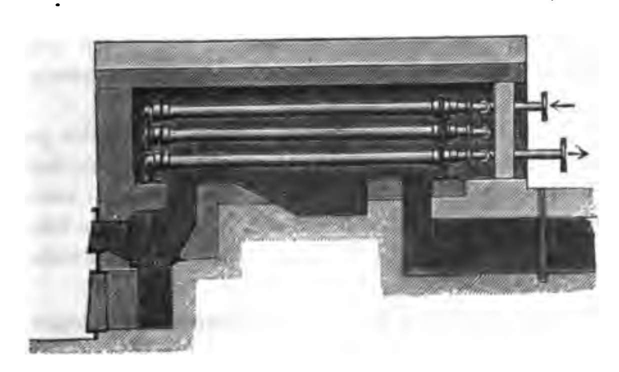


den Kessel eintrete, daß ferner das Heizmaterial vollständig ausgenutzt und das Eisenmaterial geschont werde; speciell über diesen Punkt wird später noch Einiges erwähnt. Endlich sei noch eines Kunstgriffes, der in einigen Fabriken übersehen wird, gedacht, daß nämlich der vom Dampfkessel in den Ueberhitzer eintretende Dampf an der der Feuerung entferntesten Stelle ein-, dagegen der überhitzte Dampf an der der Feuerung nächst gelegenen Stelle austreten soll, wodurch gewissermaßen ein Gegenstromsystem geschaffen wird.

In Fig. 123 ist ein Ueberhitzer einfacher Construction, bestehend aus geraden Rohren im Längs- und Querdurchschnitt, abgebildet. Die Rohre reichen mit


Fig. 124.





ihren Enden aus der Feuerung heraus und sind außerhalb derselben mit Bogen verbunden. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, besitzt diese Anordnung den Nachtheil, daß der überhitzte Dampf an der entferntesten Stelle der Feuerung austritt. Durch die Ventile *a* und *b* wird die Ausströmung in der Weise regulirt, daß der Dampf entweder vor Gebrauch bei *a* ins Freie strömen kann, oder bei Inbetriebsetzung bei *b* in den Kessel. Bei *c* kann die jeweilige Ueberhitzung des Dampfes controlirt werden.

In Fig. 124 ist die Anordnung des Lehmann'schen Dampfüberhitzers und dessen Einmauerung ersichtlich. Der Ueberhitzer wird in vielen Fabriken verwendet. Er besteht aus einer Reihe horizontaler, einseitig verbundener Rohre; das andere in der Feuerung liegende Rohrende ist abgeschlossen. Der Dampf strömt, wie aus dem Querschnitt eines Rohres ersicht-

lich ist, durch das Knie in das äußere Rohr, dann zwischen den Rohren, wo er überhitzt wird, und endlich in das nächste Rohr, wo sich das Spiel wiederholt. Man findet diesen Ueberhitzer sehr oft in der Feuerung des Destillirkessels eingemauert, eine Anordnung, die aber nicht empfehlenswerth ist, da durch das starke Feuer, das für die Dampfüberhitzung nothwendig ist, der Destillirkessel und das Destillat leiden.

Außerdem finden wir schlangenförmige Ueberhitzer, von deren Verwendung jedoch aus Reparaturrücksichten rc. sehr abzurathen ist.

Ueber die Wahl des Materials ist Folgendes zu bemerken: In vielen Fabriken findet man Gußröhren angewendet. Diese, falls sie nicht aus sehr gutem Materiale erzeugt wurden, springen leicht, und müssen oft reparirt werden. Schmiedeeiserne Röhren, welche diesen Uebelstand nicht haben, sind auch nicht dauerhaft, da sie ihrer geringen Fleischstärke wegen leicht durchbrennen und unverwendbar werden. Mit besonderem Vortheil stehen Ueberhitzer in Verwendung, die aus einer Combination beider Materialien bestehen. Ein Rohr aus Schmiedeeisen ist mit Gußeisen überzogen und entspricht hierdurch dem Zwecke, denn die äußere gußeiserne Hülle brennt schwer durch, kann höchstens Sprünge erleiden, wird aber, da sie auf eine schmiedeiserne Röhre aufgegossen ist, zusammengehalten; letztere kann nicht verbrennen, weil sie durch keine Stichflamme berührt wird. Die Erzeugung solcher Röhren, welche anfangs auf Schwierigkeiten gestoßen, jetzt aber mit großer Leichtigkeit auszuführen ist, wird als Geheimniß der betreffenden Maschinenfabriken behandelt.

In Fig. 124 ist ein solcher Ueberhitzer ersichtlich. An demselben ist die Einrichtung so getroffen, daß der Dampf an der der Feuerung entferntesten Stelle eintritt und an der derselben nächstgelegenen austritt, um in den Destillationskessel zu gelangen. Der außerhalb der Einmauerung führende Theil des Ueberhitzers, bis an den Destillationskessel, ist mit einer Wärmeschutzmasse gut umhüllt.

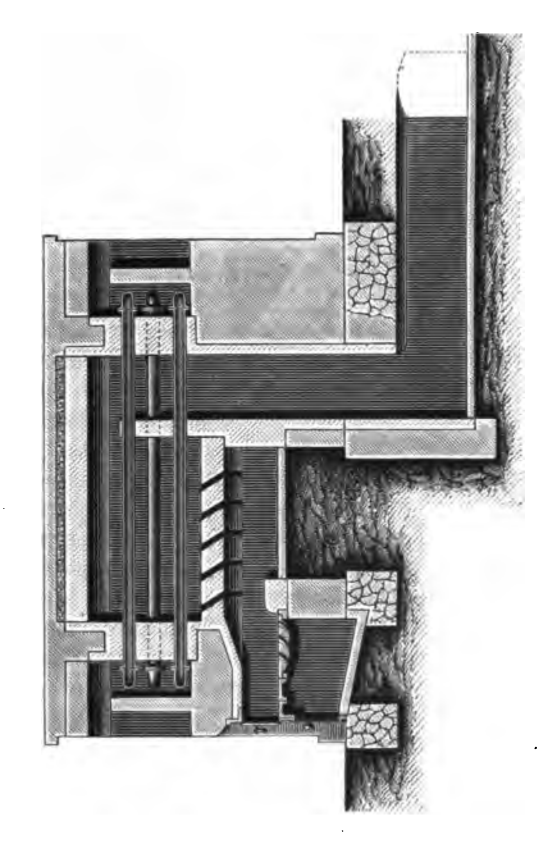
Die einzelnen Röhren liegen frei im Ueberhitzer, können sich beliebig ausdehnen und sind außerhalb des Ueberhitzers mit Bogen verbunden.

Auch die Dichtungen, welche zu den einzelnen Verbindungsstücken des Ueberhitzers verwendet werden, müssen sorgfältig gewählt werden, da Dichtungen aus Asbestringen, Metallsieben rc. der hohen Temperatur und der verhältnißmäßig hohen Spannung keinen Widerstand leisten. Mit Erfolg stehen Dichtungsringe in Verwendung, die aus einer Combination von Asbest und Metall bestehen und die selbst nach längerem Gebrauche keine Auswechslung nöthig machen.

Da es bei der Schmieröldestillation durchaus nicht gleichgültig ist [1]), bis zu welchem Grade der Dampf überhitzt wird, muß man ein leicht zu handhabendes Mittel besitzen, um die Ueberhitzung bestimmen zu können. Am einfachsten wäre es wohl, zu diesem Zwecke ein Pyrometer anzuwenden, aber leider sind diese kostspieligen Instrumente oft so unzuverlässig, daß dieselben nach kurzem Dienste

---

[1]) J. A. Roßmäßler: „Fabrikation von Photogen und Schmieröl aus bakuscher Naphta."



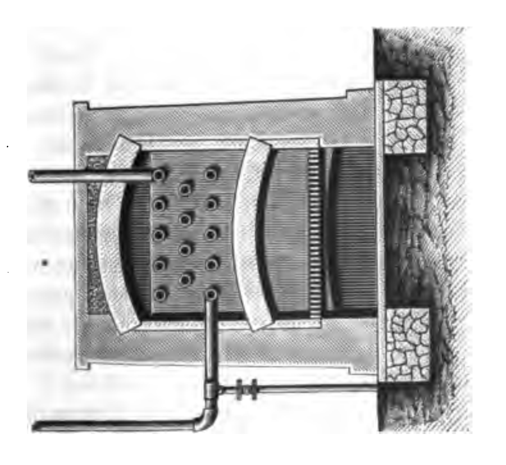


Fig. 125.

entweder gar nicht mehr oder nur ungenau functioniren. Man kann sich ganz gut ohne Pyrometer behelfen, denn der Dampf selbst und seine Eigenschaften zeigen annähernd richtig an, bis zu welchem Grade die Ueberhitzung stattfindet, zu welchem Zwecke ein in einem Zweige des Dampfrohres angebrachter Hahn sehr gute Dienste leisten kann. Bei der Schmieröldestillation ist es nöthig, den Dampf in drei verschiedenen Stadien zu überhitzen, nämlich annähernd zu 150°, 240° und 300° C. Das erste Stadium ist daran zu erkennen, daß, wenn man mit der Hand durch den aus dem Probirhahne strömenden Dampf fährt, dieselbe vollständig trocken bleibt. Dampf, welcher bis zum zweiten Stadium überhitzt ist, hat nicht mehr das Aussehen des gewöhnlichen Dampfes, nämlich eine dicke, weiße, nebelartige Farbe, sondern mehr ein bläuliches und dünneres Aussehen, ähnlich dem Rauche einer guten Cigarre. Das dritte Stadium endlich ist erreicht, wenn der Dampf ganz unsichtbar geworden ist, man hört wohl das Geräusch,

welches sein Ausströmen verursacht, wenn der Probirhahn geöffnet wird, aber sehen kann man den Dampf nicht mehr. Da es aber auch sehr wichtig ist, den dritten Ueberhitzungsgrad von 300° nicht zu übersteigen, wofür der Dampf selbst kein Erkennungszeichen mehr bietet, muß man noch ein zweites Mittel zur Hand nehmen, indem man jetzt von Zeit zu Zeit ein Stückchen weißes Papier mit einem Stöckchen gegen das Rohr drückt und dabei beobachtet, daß es dunkelgelb gefärbt werde, aber nicht braun, oder gar verkohlt.

Destillirkessel für Schmieröle.

Die Destillirkessel für Schmieröl haben in ihrer Form, im Verlauf der Zeit viele Veränderungen erlitten. Man verwendete gewöhnlich stehende, cylindrische Kessel mit bombirten oder halbrunden Böden, meistens aus Guß, seltener aus Schmiedeeisen. Der Dampf wurde in gußeisernen Röhren erhitzt und in die Kessel eingeleitet. Im Allgemeinen benutzte man hierzu ein einfaches Zweigrohr, da man sich über seine anscheinend unbedeutende Wirkung nicht ganz klar war. Die mit Wasserdampf gemengten Oeldämpfe stiegen auf, passirten hohe Helme, flossen durch eine Kühlschlange und wurden nach erfolgter Condensation in gewohnter Weise raffinirt. Durch dieses Verfahren, welches schon als ein bedeutender Fortschritt zu bezeichnen war, erhielt man nichtsdestoweniger keine Producte, die allen Anforderungen entsprechen konnten. Man suchte nun durch Abänderungen der Kesselform, durch richtige Wahl des Materials, durch vollkommene Ueberhitzung des Dampfes und Einführung desselben, endlich in neuester Zeit durch richtige Condensation der Dämpfe (in Baku) das heute in modern eingerichteten Fabriken übliche Verfahren einzuführen, so daß vollkommen gute und tadellose Producte gewonnen werden können.

Es seien nun im Folgenden die einzelnen Veränderungen beschrieben:

Zunächst machte man die Erfahrung, daß die Kessel aus Gußeisen dem Zwecke nicht entsprechen konnten, da durch die Stärke des Materials, das geringere Wärmezuleitungsvermögen, die Kessel nur sehr schwer auf jene Temperatur gebracht werden konnten, bei der die Oele einerseits gut vorgewärmt, andererseits der eingeleitete überhitzte Dampf sich nicht condensiren konnte. Die Oele blieben kalt, ein großer Theil des Dampfes condensirte sich und gab hierdurch sehr oft Anlaß zum Uebersteigen des Oeles und zu einer unregelmäßig geführten Destillation. War dann im Laufe des Betriebes der Kessel genügend erhitzt, so konnte man ihn sehr schwer abkühlen und seine Temperatur reguliren, ein Umstand, der gerade bei dieser Destillation von eminenter Wichtigkeit ist. Man ging also zur Verwendung von Blechkesseln über und mit Erfolg, denn da diese Kessel schwächer im Fleische waren, konnten alle diese Uebelstände vermieden werden. Die so gewonnenen Oele waren bedeutend fetter und leichter, nur nicht geruchlos. Ein Hauptgrund hierfür lag in der Verwendung stehender Kessel, hierdurch war die Steighöhe der Oeldämpfe entsprechend der Verdampfungsfläche eine unverhältnißmäßig große; die durch den Wasserdampf mitgerissenen Oeldämpfe waren gezwungen, einen großen Theil des Weges im Kessel selbst zurückzulegen, condensirten sich ihres hohen Siedepunktes wegen partiell, flossen zurück,

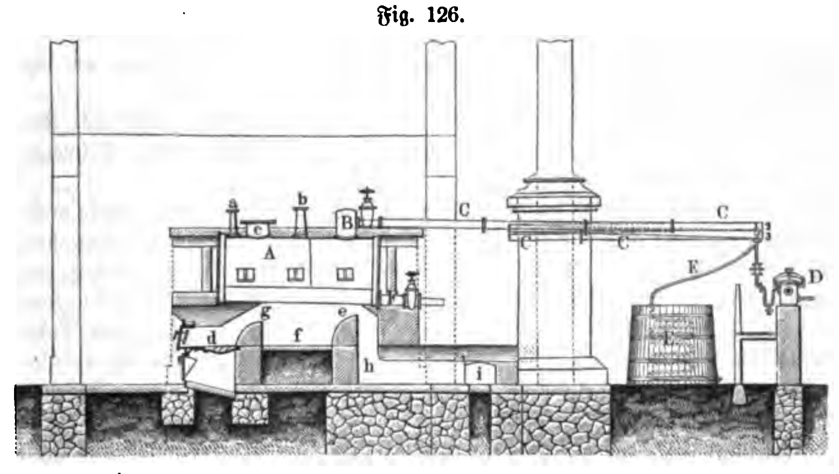
meist an den stark erhitzten Kesselwänden, und erlitten dann, wenn auch in sehr geringem Maße, eine Zersetzung; besonders gegen Ende der Destillation, wo die allerschwersten und fettesten Oele gewonnen wurden, trat diese Erscheinung am stärksten auf.

Man ging nun mit durchschlagendem Erfolge zur Verwendung von liegenden cylindrischen Kesseln über — eine Form, die mit kleineren Abänderungen (ovaler Querschnitt) fast in allen russischen und modern eingerichteten europäischen Fabriken Anwendung findet — und suchte, nachdem man die Wichtigkeit der raschen Oelabfuhr erkannt hatte, durch möglichst niedrige Dome und Anbringung von Abflußröhren mit starkem Gefälle hierfür zu sorgen.

Die Destillation mit überhitztem Dampf wird in neuerer Zeit durch Erzeugung von Vacuum unterstützt.

In Fig. 126 ist die Einrichtung einer Destillationsanlage ohne Anwendung von Vacuum ersichtlich, mit der näher zu beschreibenden Condensationsvorrichtung.

Fig. 126.



A ist der Destillirkessel, oval, *B* der Helm, *C* das Oeldampfrohr, welches im Anfang einen Durchmesser von 40 cm, und im Verlaufe sich verjüngend, die Form einer Schlange mit continuirlichem Gefälle hat. An den Punkten 1, 2 und 3 befinden sich die Abläufe für die jeweilig condensirten Oele, welche in die drei Töpfe *D* und von dort in die Reservoirs fließen. *E* ist die Wasserkühlschlange für die allerleichtesten Producte, *F* ist der Ablaß für die nicht mehr destillirbaren Schmierölrückstände, *a*, *b* sind die Dampf- bezw. Oelzuleitungsstutzen, *c* das Mannloch, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i* die Heizanlage und der Rauchcanal.

Der Betrieb in solchen Kesseln ist gewöhnlich folgender:

Ist der Rohölrückstand genügend vorgewärmt, durch ein gleichmäßiges Kochen desselben und das Auftreten leichtester Oeltropfen erkenntlich, dann beginnt sofort die Dampfeinströmung.

Der Ueberhitzer wird einige Stunden vor Inbetriebsetzung erwärmt und der Dampf continuirlich durchströmen gelassen. Wenn der Dampf seine weißgraue Farbe verliert und beim Probirhahne blau und durchscheinend wird, dann ist er zur

Genüge erhitzt, um in den Kessel einzuströmen. Es muß darauf gesehen werden, daß die Einströmung keine plötzliche und starke sei, da der Dampf im Stande ist, nicht allein Oel, sondern auch Destillationsrückstände mitzureißen. Man regulirt die Zufuhr, indem man das Dampfventil vor dem Destillationskessel mit einigen Windungen öffnet und das ins Freie führende um ebenso viele Umdrehungen schließt; sofort beginnt die Destillation, und fährt man mit diesem Oeffnen und Schließen der beiden Ventile so lange fort, bis man einen ruhigen und starken Destillationsgang erreicht hat. Der Dampf tritt in den Kessel durch ein Gabelrohr aus; wichtig ist die Anordnung der Löcher, die sich in der Weise im Rohre befinden sollen, daß ein Theil des ausströmenden Dampfes gezwungen ist, den Boden des Kessels zu bestreichen, um ein Anbrennen des Oeles zu verhindern und eventuell die letzten schweren Reste auszutreiben, während ein anderer Theil des Dampfes theilweise seitlich, theilweise nach aufwärts strömt. Die Temperatur des Dampfes zu Anfang der Destillation schwankt zwischen 130 bis 200° und wird, mit fortschreitender Destillation, bis auf 250 bis 300°, aber nie darüber gebracht. In manchen Fabriken wird gewöhnlich auch mit einer durchschnittlichen Dampftemperatur von 200° C. gearbeitet und nur im Winter mit etwas höheren Temperaturen.

Die Menge des verwendeten überhitzten Dampfes variirt, gewöhnlich aber genügt es, wenn sich dem Condensationsproduct die Wassermenge zur Oelmenge wie 1 : 2 oder höchstens 1 : 1 verhält.

Das nächst Wichtige im Betriebe ist die Condensation, da sie allein maßgebend ist für die gute Qualität der Oele, denn trotz Anwendung von liegenden, in neuester Zeit ovalen Kesseln — zur möglichsten Herabsetzung der Steighöhe —, trotz genügend und richtig überhitzten Dampfes waren die Oele nicht ganz tadellos. In Rußland, speciell in den Fabriken von Ragosine und Nobel wurde ein Verfahren eingeführt, welches auf der richtigen Erfassung der physikalischen Momente der Destillation beruht. Während in fast allen älteren Fabriken die Condensation der Oel- und Wasserdämpfe in der althergebrachten Weise durchgeführt wird, daß dieselben ein oder höchstens zwei Rohre passiren und dann durch Wasser abgekühlt werden, beruht das neuere Verfahren auf der Separationskühlung durch Luft und Wasser.

Da die Wirkung des Dampfes eine rein mechanische ist, indem er einen Theil der Oeldämpfe — die leichteren — verdampft, die schweren mit sich reißt, so ist es klar, daß bei einer Condensation, wie sie noch vielenorts üblich ist, sich diese Dämpfe und Oeltheilchen in einem Rohre condensiren, vereinigen und man auf diese Weise Oele von nicht sehr großer Fettigkeit (Viscosität) und nicht sehr hohem Flammpunkte erhält. Wenn man aber dieses Oeldampföl- und Wasserdampfgemenge in richtig construirten Röhren circuliren läßt und an geeigneten Orten für Abfluß sorgt, so wird sich nothgedrungen der Umstand ergeben, daß, nachdem die allerschwersten Oele sich zuerst abscheiden und abfließen, nach einer weiteren Strecke sich die schwerer condensirbaren, beziehungsweise die leichteren u. s. f. abscheiden und abfließen werden. Hat man nun die Vorrichtung correct durchgeführt, so lassen sich gleichzeitig und neben einander Oele verschiedenen specifischen Gewichtes, verschiedener Viscosität und mit verschiedenen

Siedepunkten gewinnen, da die Gefahr des Vermengens nahezu vollständig ausgeschlossen erscheint. Auch bei dieser Condensationsanlage sind die Formen sehr mannigfaltig. Die Idee der Luftkühlung selbst, speciell für leichte Oele, ist keine neue.

Heute hat jede besser eingerichtete Schmierölfabrik die Separationskühlung eingeführt, wobei die Dämpfe durch Luft gekühlte Dephlegmatoren ihrer Flüchtigkeit nach in Fractionen geschieden werden. Die Luftkühler werden stehend oder liegend angeordnet[1]), das erstere System jedoch nur in den allerseltensten Fällen, da dieser Luftkühler den Fehler hat, daß die schweren Dämpfe gezwungen werden, wiederholt in dem senkrechten Röhrenschenkel in die Höhe zu steigen, wodurch ein nachtheiliger Druck entsteht. Allgemein gebräuchlich ist die in der Fig. 126 ersichtliche, von M. Albrecht eingeführte horizontale Luftkühlung.

Die Röhren der Kühlung bestehen aus patent geschweißten Eisenblechröhren von einem anfänglichen Durchmesser von ca. 20 cm oder mehr, sich allmälig bis auf 8 bis 10 cm verjüngend. Die Länge eines jeden Rohres beträgt 6 bis 7 m, so daß die Gesammtkühlrohrlänge 40 bis 50 m beträgt.

Die Oeldämpfe bei der Destillation condensiren sich in der Weise, daß im Beginn der ersten Abflußstelle leichte Oele auftreten, nach wenigen Stunden aber regulirt sich der Abfluß in der Weise, daß nunmehr eine natürliche Scheidung der Oele bis zum Schlusse der Destillation aufrecht erhalten wird. Die Differenz der einzelnen specifischen Gewichte der Fractionen ist je nach der Länge der Kühlung verschieden und variirt zwischen 0,005 bis 0,015 spec. Gewichtsgraden. Bei dieser Condensation sind die Oele an der ersten Abflußstelle nahezu vollständig wasserfrei, auch die bei der nächst folgenden sind es, während sich Wasser in größerer Menge erst mit den allerleichtesten Oelen condensirt und am Endpunkte der Schlange nur reiner Wasserdampf austritt. Hierdurch wird auch das unangenehme, lange Abstehen der Oele überflüssig, und können dieselben sehr bald zur Raffinirung verwendet werden.

Die Schmieröldestillation mit Unterstützung von Vacuum ist heute eine sehr gebräuchliche Fabrikationsmethode, besonders zur Erzeugung sehr schwerer Oele. Die Apparate sind in verschiedenster Weise construirt, so daß sich keine allgemeine Regeln angeben lassen.

In Fig. 127 (a. f. S.) ist ein Apparat für Schmieröldestillation mit Vacuum, wie er in den Nobel'schen Fabriken verwendet wird, ersichtlich; $a\,b$ sind die Zu- und Abflußrohre für die Rückstände, bei c tritt der überhitzte Dampf ein. Die Destillate werden in drei Abzügen vom Kessel D abgeleitet und treffen in die Dephlegmatoren $d\,d_1\,d_2$, der Durchmesser des Rohres d beträgt 60,8 cm, $d_1 =$ 50,7 cm und $d_2 = 40$ cm. In allen tiefer gelegenen Punkten befinden sich die Abflußröhren zu den Kühlschlangen $e\,e_1\,e_2$, aus denen die Oele durch die Abflußrohre $f\,f_1\,f_2$ in die Reservoirs fließen. Zur Unterstützung der Destillation dient der Vacuumapparat H, der durch das Exhaustorrohr g das nothwendige Vacuum in den Dephlegmatoren erzeugt. h ist das Wasserrohr zum Vacuumapparat; h_1 ist das Abflußrohr aus dem Vacuumkessel, während h_2 den hydraulischen Verschluß für den Vacuumkessel bildet; das Wasserrohr ist mit einem

[1]) Engler: „Erdöl von Baku."

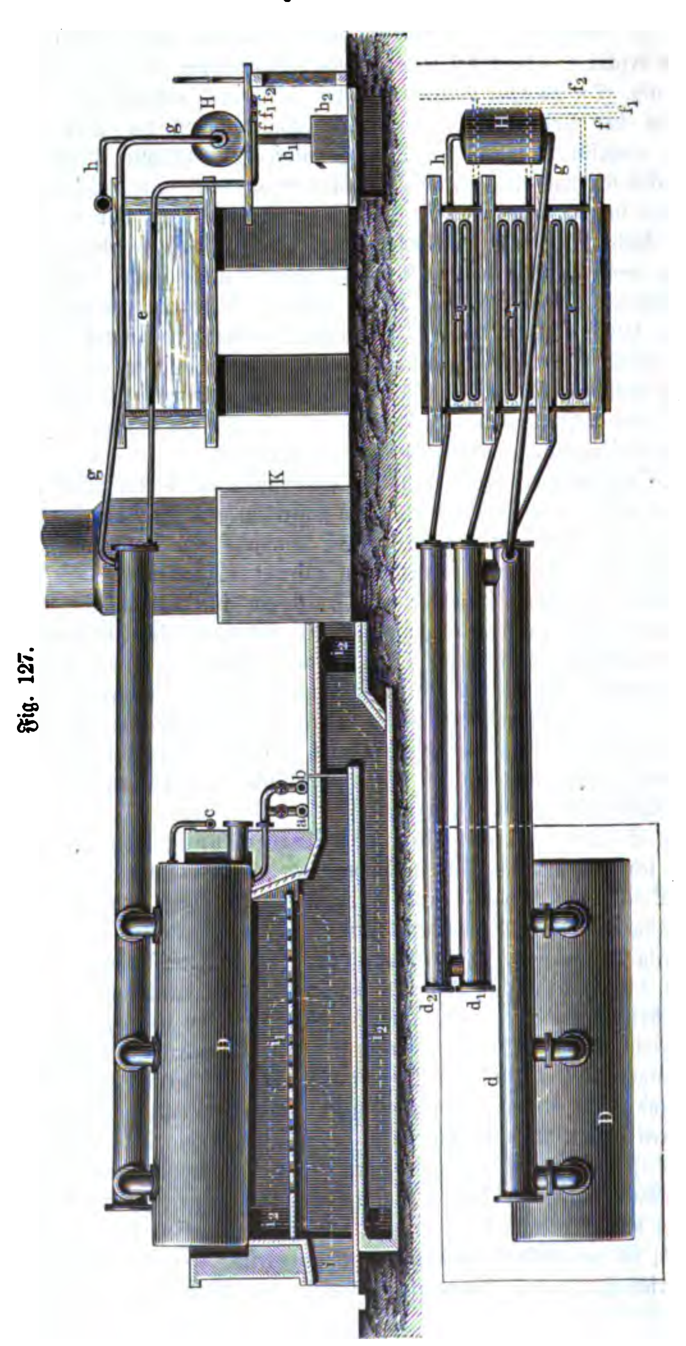


Fig. 127.

Sieb versehen, durch welches das kalte Wasser in den Apparat gespritzt wird. Bei dieser Einrichtung ist das Aufstellen besonderer Kühler entbehrlich, andererseits geht in Folge der constanten Luftverdünnung im Kessel die Destillation viel rascher vor sich, die Ausbeute an Oelen ist eine bedeutendere und deren Qualität eine bessere (Swob. priv. 1891, Nr. 193). Die Feuerung des Kessels wird durch das Netzgewölbe i_1 von demselben geschieden, i_2 ist der Rauchcanal zum Schornstein *K*. Der Kessel selbst hat eine Länge von 6,7 m und einen Durchmesser von 1,5 bis 2 m. Statt dieses einfach construirten Vacuumapparates werden auch Pulsometer und direct wirkende Exhaustoren und Ejectoren verwendet. Bei dieser Separationskühlung läßt sich ein großer Unterschied bei den ersten und zweiten Condensationsrohren nicht recht constatiren, so daß diese gewöhnlich zusammengenommen werden. Die allerleichtesten mit Dampf sich verdichtenden Oele werden gewöhnlich auf minderwerthige Leuchtöle (Solaröle) verarbeitet. Bei der Verarbeitung von russischen Rückständen steigt das specifische Gewicht der Oele von 0,860 bis 0,925, während das specifische Gewicht des in der Kälte zähflüssigen, fast festen, schwarzbraunen Rückstandes 0,950 und mehr beträgt. Selbstverständlich treten auch hier, je nach der Natur des Rückstandes, der Art und Weise der Destillation und Kühlung nicht unerhebliche Abweichungen ein.

Ausbeute[1]) und specifisches Gewicht der einzelnen Fractionen nach den im Großbetriebe einer der ersten Fabriken gewonnenen Erfahrungen ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

	Proc.	Spec. Gew.	Grenzen des spec. Gew.
Vorlauf . . .	10 bis 15	0,870	bis 0,890
Spindelöl . . .	9	0,896	0,890 „ 0,900
Maschinenöl . .	40 bis 42	0,911	0,900 „ 0,918 bis 0,920
Cylinderöl . .	3 „ 4	0,915	0,925

In einer anderen großen Raffinerie werden erhalten:

	Proc.	Spec. Gew.
Solaröl	10	—
Spindelöl	10	0,897
Maschinenöl . . .	25	0,908 bis 0,910
Cylinderöl	3	0,915 „ 0,918

Die Gesammtausbeute an nicht gereinigtem Schmieröl schwankt hiernach zwischen 38 und 54 Proc. vom Gewichte der Rückstände, beziehungsweise bei 56 Proc. Rückstandausbeute zwischen 21 und 30 Proc. vom Gewichte der Rohnaphta. Aus der bei Tagieff und Sarkisoff verarbeiteten leichten Rohnaphta von Bibieybat werden nur 14 bis 15 Proc. erhalten.

Daß man durch weitere Unterabtheilungen in den Luftkühlern die Anzahl der Fractionen noch vermehren kann, ist selbstverständlich, nur ausnahmsweise arbeitet man aber auf mehr als zwei oder drei Schmierölfractionen.

[1]) C. Engler: „Erdöl von Baku.“

Immer findet dabei ein nicht unerheblicher, 2 bis 3 Proc. betragender Verlust durch Vergasung statt.

Aus der unten beigefügten Tabelle ist die allmälige Steigerung der specifischen Gewichte bei Separationskühlung der Destillate aus kaukasischem Petrolrückstand ersichtlich, vom Destillationsbeginn gerechnet:

Nach Stunden	1. Topf	2. Topf	3. Topf
1	0,870	0,865	0,861
2	0,872	0,867	0,863
3	0,875	0,870	0,866
4	0,877	0,873	0,869
5	0,880	0,876	0,871
6	0,884	0,879	0,874
7	0,887	0,882	0,877
8	0,890	0,885	0,880
9	0,894	0,891	0,884
10	0,896	0,893	0,886
11	0,898	0,895	0,888
12	0,899	0,897	0,890
13	0,901	0,899	0,892
14	0,903	0,901	0,894
15	0,905	0,903	0,896
16	0,907	0,905	0,898
17	0,909	0,907	0,902
18	0,911	0,909	0,904
19	0,912	0,910	0,906
20	0,912	0,911	0,907
21	0,915	0,913	0,909
22	0,916	0,914	0,910
23	0,918	0,916	0,912
24	0,918	0,916	0,913
25	0,920	0,917	0,914
26	0,922	0,918	0,915
27	0,923	0,919	0,916
28	0,924	0,920	0,917
29	0,925	0,922	0,919
30	(Stockt bei gew. Temperatur.)		

Die Schmieröldestillate werden nach dem jeweiligen Bedarf fractionirt. Wenn man genügend fette Schmierölrückstände verarbeitet, so ist man in der Lage, eine ganze Reihe von Producten zu erzeugen, die allen Anforderungen der Industrie entsprechen, so kann man aus den fetten russischen Rückständen neben dem specifisch leichten Oel von 0,880 bis 0,890, die nur zu Mischzwecken verwendet werden können, Oele mit dem spec. Gew. 0,895 bis 0,915 erzeugen, welch letztere den rigorosesten Anforderungen eines guten Schmieröles entsprechen; andererseits geben specifisch schwere galizische Rückstände, in gleicher Weise destil-

lirt, nur Oele, die zu Misch- oder untergeordneten Schmierzwecken verwendet werden können. Die Destillate, besonders die schweren und fetten, werden als solche mit großem Vortheil zum Schmieren benutzt, denn es ist nicht zu leugnen, daß durch die später zu beschreibende chemische Reinigung die Destillate wesentlich von ihrer Fettigkeit einbüßen. Die Schwefelsäure entzieht gerade die fettesten Bestandtheile des Oeles, wobei wohl auch leicht oxydirbare und daher verharzende Nebenbestandtheile entfernt werden.

Die chemische Reinigung der Schmieröle geschieht in ähnlicher Weise, wie die des Petroleums, trotz alledem ist sie viel schwieriger und muß mit mehr Sorgfalt durchgeführt werden als die Kerosinraffination. Für jede Oelsorte sind die Bedingungen andere, und nur die Erfahrung lehrt die richtige Raffinationsweise festzustellen. Es ist daher sehr schwierig, Bestimmtes über die Reinigung des Schmieröles zu sagen, denn jede Fabrik betrachtet ihre Fabrikationsweise als ein Geheimniß, wiewohl nur von geheimgehaltenen einzelnen Betriebsphasen die Rede sein kann.

Bevor die Destillate in die Raffinirapparate gelangen, ist es empfehlenswerth, sie möglichst wasserfrei zu machen. Dies geschieht gewöhnlich in den Destillatreservoirs selbst, oder in eigens construirten Behältern, die mit indirectem Schlangendampf geheizt werden. Wenn das mechanisch abgeschiedene Wasser entfernt ist, wird das suspendirte Wasser im Oel verdampft und das Oel auf diese Weise getrocknet, in manchen Fabriken wird es hierauf filtrirt und dann erst der Reinigung mit Schwefelsäure unterworfen. Es ist begreiflich, daß das wasserfreie Destillat viel besser und rascher gereinigt werden kann, man erspart das lästige Vorsäuern zum Entziehen des Wassers und kann mit geringerem Procentsatz von Säure arbeiten. In älteren Fabriken[1]) werden die Oele mit Schwefelsäure behandelt, hierauf mit Kalk abgestumpft und rectificirt, eine Methode, die aber in keiner besser eingerichteten Fabrik besteht.

Gewöhnlich wird die Reinigung in Doppelagitatoren, wie vorher beschrieben, ausgeführt. Der höher stehende Säureagitator ist ausgebleit, mit Dampfschlangen versehen, der untere Laugenagitator ist doppelwandig und wird mit Mantel- und Schlangendampf und directem Dampf erwärmt. Die Behandlung geschieht immer mit hoch concentrirter Säure, bei möglichst niedriger Temperatur des Oeles, da bei höherer Temperatur die Schwefelsäure zu stark oxydirend wirkt und die Oele dunkler ausfallen. Für die Temperatur der Schwefelsäure-Behandlung ist der Flüssigkeitsgrad der Oele maßgebend, damit die Säureharze leicht zum Absetzen gelangen. Eine Temperatur von 40 bis 60° C. muß als Maximum betrachtet werden, doch genügen für gewisse Fälle schon 30° C.

Das Mischen des Oeles und der Säure geschieht entweder mit Luft oder Rührwerk. Man läßt die Säure langsam zum stark bewegten Oel zufließen und unterhält die Mischung so lange, bis das Product eine sehr dunkle Farbe annimmt, die aber in dünnen Schichten durchsichtig weinroth sein muß, während im auffallenden Lichte das Säureöl einen violetten, sammetartigen Schiller erhält.

---

[1]) Roßmäßler: „Photogen und Schmieröl.“

Die Säuremenge schwankt je nach dem specifischen Gewicht und der Qualität zwischen 4 bis 12 Proc. und wird gewöhnlich in zwei bis drei Portionen verwendet. Das Absetzen der Säure dauert mehrere Stunden und muß sehr sorgfältig durchgeführt werden, das Absetzen und Zusammenballen des Säureharzes (Brandharzes) geschieht sehr langsam und muß dasselbe wiederholt entfernt werden, oft erst nach 24 bis 36 Stunden ist das Oel rein genug, um gelaugt zu werden. Während es in den oberen Schichten nahezu rein ist, und durch den seitlichen Ablaß in den Laugenagitator fließen kann, muß das Oel im conischen Theil viel länger absitzen. Neuestens — und mit Erfolg — werden diese Brandharze durch Centrifugiren entfernt. In ausgebleite Centrifugen, die sich zwischen dem Säure- und Laugenagitator befinden, fließt das Säureöl in langsamem Strahl ein, die Harze werden ausgeschleudert und das reine Oel fließt in den Laugenagitator ab. In einigen Fabriken werden die Brandharze in der Weise entfernt, daß man das Säureöl mit einer geringen Menge ($^1/_4$ bis $^1/_2$ Proc.) verdünnter 50grädiger Säure nachwäscht und letztere mit einer gleichen Menge 20- bis 30grädiger Säure. Erwähnenswerth ist Wasserglas als Ersatz für die Natronlauge.

Ungleich schwieriger ist der Laugungsproceß, er erfordert besondere Sorgfalt und ist wie kein anderer Proceß in der Mineralfabrikation sorgfältigst zu controliren, denn bei schablonenhafter Arbeit ergeben auch dieselben Oele ganz verschiedene Resultate. Die Laugenmengen und deren Concentration, Temperatur des Oeles und die Zeitdauer der Einwirkung müssen sorgfältigst erwogen werden. Die meisten Fabriken behandeln diese Phase oft als besonderes Geheimniß. Es sollen hier einige allgemeine Regeln, die sich aber von Fall zu Fall ändern können, behandelt werden. In erster Linie wichtig ist es, daß das Oel möglichst frei von Säure und Brandharzen sein soll, da sich diese beim Laugen im Oele auflösen und das Oel dunkel färben; das Säureöl wird in der Regel sofort mit Lauge behandelt; der bei der Petroleumraffination angewandte Vorwaschungsproceß mit gewöhnlichem Wasser ist hier nicht nur überflüssig, sondern geradezu schädlich, da sich sofort schwer abscheidbare Emulsionen bilden, auf welche die Natronlauge nicht einwirkt, es wird daher das Säureöl gewöhnlich sofort mit Natronlauge behandelt. In vielen Fabriken wird verdünnte Natronlauge von 2 bis 4° B. verwendet, und zwar in der Weise, daß durch Wasser und Laugenzusatz das gegenseitige Verhältniß von Lauge und Oel so erhalten bleibt, daß sich vollkommen abscheidbare Seifen bilden, die nicht viel Oel mitreißen. In vielen anderen Fabriken wird die Laugung mit Erfolg in folgender Weise durchgeführt. Unter kräftigem Mischen werden $1^1/_2$ Proc. einer 33- bis 35grädigen Lauge durch eine feine Brause auf das Oel gelassen, die anfänglich dunkle Farbe verwandelt sich in eine lichtere und nun müssen fortwährend Proben aus dem Gemenge gezogen werden, aus deren Aussehen man den Proceß beurtheilen kann; wenn sich in dem Oele Flocken zeigen, die sich rasch absetzen, dann muß sofort mit der Mischung und Laugenzufuhr eingehalten werden; ein weiteres Mischen oder vermehrtes Laugengemenge würde sofort zur Bildung von Seifen Anlaß geben, die sich schwer ausscheiden. Ist der richtige Moment erreicht, dann läßt man das Oel ruhig absetzen und unterstützt dieses mit Manteldampf; Schlangendampf ist entschieden abzurathen

Die Temperatur des Oeles vor dem Laugen wird in vielen Fällen möglichst niedrig gewählt, oder wenigstens nicht höher als die Temperaturen der Säuerung. In manchen Fabriken wird dagegen angeblich mit gutem Erfolg mit heißen Laugen gearbeitet, doch sind die Resultate sehr verschieden; thatsächlich scheiden sich die Seifen rasch ab und eine Emulsion ist schwerer zu befürchten; andererseits leidet sehr oft die Farbe, die rasch dunkel wird. Ist der Laugungsproceß beendigt und sind die abgeschiedenen Laugen entfernt, dann wird vorsichtig mit warmem Wasser wiederholt nachgewaschen, empfehlenswerth ist es, das Oel immer warm bei 60 bis 80° C. zu erhalten und das Waschen mit heißem Wasser ohne zu mischen durchzuführen. Oft ist die vierzehnfache Menge nothwendig — besonders bei specifisch schwerem Oele —, um die Laugen auszuwaschen. Wenn sich das Waschwasser als vollkommen neutral erweist, wird das Oel blank gekocht. Dies geschieht in flachen offenen Pfannen, doppelwandig und mit Schlangen versehen; rathsam ist es, sie mit vertieften Böden zu versehen, um abgesetztes Wasser zu entfernen, auch der ganze Raum, in dem sich die Pfannen befinden, wird mit directem Dampf erwärmt, damit sich die Oele bei möglichst hoher Temperatur klären können. Das Auskochen der Oele, unterstützt durch Luft, muß sehr sorgfältig durchgeführt werden, da sie, zu stark erhitzt, nachdunkeln.

Sind die Oele nahezu klar oder nur sehr schwach trübe — vom suspendirten Wasser —, dann werden sie in manchen Fabriken durch Ueberleiten über mit Dampf erhitzte Filter vollkommen klar gemacht.

Wenn man genügende Apparate hat, dann ist es unter allen Umständen empfehlenswerth, die Oele bei gleichmäßiger Temperatur in denselben zu klären, bis sie vollständig blank werden, denn die Gefahr ist nicht ausgeschlossen, daß filtrirte und anscheinend ganz klare Oele nach einiger Zeit sich trüben (bracktren), wodurch Qualität und Aussehen höchst unangenehm beeinflußt werden. Diese Erscheinungen, die durch die allmälige Ausscheidung organischer Salze und schwefelsauren Natriums verursacht werden, können nur bei sorgfältigstem Auswaschen der Laugen und lang andauerndem Klären vermieden werden, und gerade die fettesten Oele weisen diese Erscheinungen am häufigsten auf.

Die Producte, die man bei der Destillation des Rückstandes erhält, sind verschiedenster Art. In den Capiteln der Untersuchung und der Verwendung der Oele werden diese näher beschrieben und die zahlreichen Bezeichnungen angeführt.

Der Crackingproceß.

Die Bedeutung des Processes, den man mit dem technischen Ausdrucke „das Cracken" bezeichnet, ist nicht zu unterschätzen, denn die Idee, durch eine eigenthümlich geführte Destillation aus schweren Oelen oder auch selbst Rückständen leichter flüchtige Producte darzustellen, ist für jeden Betrieb von großer Wichtigkeit. Professor Silliman war der Erste, der die Unregelmäßigkeit der Siedepunkte der Kohlenwasserstoffe des Petroleums feststellte und zum Schlusse gelangte, daß ein Theil der Kohlenwasserstoffe kein Educt, also nicht ursprünglich im Petroleum enthalten sei, sondern während jeder Destillation einer Spaltung seine Entstehung zu verdanken habe.

Die Geschichte der Entdeckung des Crackens im Großbetriebe ist von nicht geringem Interesse und möge nach einer Beschreibung von Allen Norton Leet in seinem Werke über Petroleumdestillation hier Aufnahme finden.

„An einem kalten Nachmittage des Winters 1861/1862 war in der Raffinerie Newark, N. J., ein kleiner stehender Destillirkessel mit beiläufig 16 Barrels Inhalt bis zur Hälfte abgelaufen. Das Destillat war 43° B. (0,815 specif. Gew.) schwer, im Begriffe, rasch schwerer und dunkler zu werden. Der Heizer war daran, das Destillat in das Schwerölreservoir fließen zu lassen. Da unter dem Kessel ein starkes Feuer war und er annahm, daß die Destillation im gleichen Schritte vorwärts gehen würde, verließ er den Kessel und kehrte, durch verschiedene Nebenumstände aufgehalten, gegen Abend zurück. Zu seiner Ueberraschung bemerkte er, daß ein schwacher Oelstrom in das Destillatreservoir floß, kalt, von sehr lichter Farbe und 68° B. (0,700 specif. Gew.) schwer. Unfähig, sich diese Erscheinung zu erklären und aus Furcht, daß irgend eine Störung im Kessel geschehen sei, riß der Heizer das Feuer heraus und erwartete das Kommen des Besitzers. Als letzterer erschien, floß ein noch schwächerer Strahl von 52° B. (0,776 specif. Gew.). Er dachte über die Erscheinung nach, machte Versuche im Kleinen und gelangte allmälig zu den überraschendsten Resultaten, die nicht lange verborgen bleiben konnten und rasch von den meisten Fabrikanten verwerthet wurden.“ Besonders in jenen Gegenden, wo das Oelvorkommen ein beschränktes ist (Deutschland) und wo die Petrolrückstände nicht genügend gutes Rohmaterial zur Schmierölfabrikation bieten (Galizien und Amerika), hat das Cracken seither ziemliche Verbreitung gefunden.

Die Thatsache, daß, trotz einer sorgfältigen Fractionirung der Kohlenwasserstoffe des Petroleums, in den zurückgebliebenen hochsiedenden Antheilen, fortwährend leichte, bei sehr niederer Temperatur siedende Producte vorzufinden sind und die von Silliman erwähnten Beobachtungen des unregelmäßigen Siedens des Petroleums können bloß zu dem Schlusse führen, daß die Kohlenwasserstoffe des Petroleums bei der Destillation sich unter Bildung von specifisch leichteren als die im Petroleum ursprünglich vorhandenen Kohlenwasserstoffen zersetzen. Neben den leichten, durch Zersetzung entstandenen Kohlenwasserstoffen bilden sich auch in entsprechender Menge schwere, anfangs nicht im Petroleum vorhandene Kohlenwasserstoffe. Das Verhältniß zwischen den durch Zersetzung entstehenden specifisch leichteren und schwereren Kohlenwasserstoffen ist ein ziemlich constantes, und je mehr sich specifisch leichtere Kohlenwasserstoffe bilden, entstehen auch mehr specifisch schwerere Antheile. So ist bei einer Destillation, wo viele leichtflüchtige gasförmige Kohlenwasserstoffe entstehen (Methan, Aethan, Aethylen ꝛc.), auch viel schwerer theeriger und sogar coakiger Rückstand zu bemerken und umgekehrt.

Es liegt also in der Hand des betreffenden Destillateurs, den Crackingproceß so zu reguliren, daß sich wenig schwer condensirbare und ebenso wenig coakige Theile bilden und meistens nur gute, zur Beleuchtung verwendbare Producte erhalten werden. Dies bestmöglichst zu erreichen, ist von der Art der hierzu angewendeten Destillirapparate abhängig.

Die Zersetzung der Kohlenwasserstoffe des Petroleums beruht auf der Berührung derselben oder deren Dämpfe mit den heißen Wänden der Destillirapparate.

Es sind also die Apparate so einzurichten, daß die schweren Antheile und deren Dämpfe möglichst lange einen großen Theil der überhitzten Fläche berühren. Je heißer die Wände der Kessel sind, desto rascher geht die Zersetzung vor sich und desto mehr leichte und dem entsprechend schwere Theile bilden sich. Es ist daher von großer Wichtigkeit, die Temperatur anhaltend so reguliren zu können, daß man bei den später zu beschreibenden Crackingkesseln Destillate zu Leuchtzwecken erhält.

Obwohl die Art der Zersetzung, welche die schweren Oele bei dieser Operation erleiden, noch nicht genau aufgeklärt ist, läßt sich dennoch annehmen, daß sie auf einer Dissociation und darauf folgenden Polymerisation beruht. Unrichtig erscheint es, die durch Cracken erhaltenen Destillate, die leider bis jetzt noch keiner Untersuchung unterzogen wurden, als aus denselben Kohlenwasserstoffen bestehend zu betrachten, wie die aus dem Rohpetroleum, die auf erstere Weise erhaltenen Producte dürften viel reicher an aromatischen und ungesättigten Kohlenwasserstoffen sein.

Der Crackingproceß, auf der Zersetzung mit glühenden Eisenwänden beruhend, läßt sich durch die Versuche von Letny, Ragosin und Anderen erklären. Letztere leiteten Petrolrückstände durch schwach rothglühende eiserne Röhren, wobei sie Destillate mit 15 bis 20 Proc. Benzol und deren Homologen (Anthracen) erhielten. Aehnliches muß auch beim Cracken der schweren Oele geschehen; der in schwacher Rothgluth befindliche Crackingkessel kann als eine große Röhre betrachtet werden, wo die schweren Oele durch Berührung eine ähnliche Zersetzung erleiden, und dem entsprechend, wenn auch nicht in diesem Maße, einen erheblichen Procentsatz von aromatischen Kohlenwasserstoffen bilden. Daß die beim Cracken gebildeten Kohlenwasserstoffe anderer chemischer Zusammensetzung sind, als die ursprünglich im Rohöl vorkommenden, beweist auch ihr Verhalten bei der Behandlung mit Schwefelsäure und Lauge. Der Verbrauch an Säure und Lauge ist ein unvergleichlich größerer, die Wirkung der Chemikalien eine viel innigere und die erhaltene Raffinade dennoch trotz sorgfältigster Behandlung viel veränderlicher und qualitativ inferiorer. Ein Petroleum, aus solchem Oele dargestellt, besitzt einen viel schärferen Geruch, dunkelt sehr rasch nach und besitzt sehr geringe Brennkraft. Nichtsdestoweniger ist der Crackingproceß ein unerläßlicher Theil der Petrolenmfabrikation, denn er bietet Mittel und Wege, um sonst schwer verwendbare Rückstände lucrativ zu verwerthen und die Petroleumausbeute zu erhöhen; doch darf es nicht unerwähnt bleiben, daß der Proceß kein billiger ist, und nur auf der Minderwerthigkeit des Rohmaterials, das eben die erhöhten Gestehungskosten erträgt, basirt; denn bei der Verarbeitung der Rückstände durch Cracken ist der Heizmaterialverbrauch ein sehr hoher, während z. B. zur Destillation der Leuchtöle aus dem Roherdöl auf 100 kg des letzteren ca. 10 kg Kohle (oder entsprechend umgerechnet Rückstände) verwendet werden, wird auf dieselbe Menge Rückstand die Hälfte (50 Proc.) Kohle und noch mehr verwendet, wobei noch berücksichtigt werden muß, daß das erhaltene Destillationsproduct als solches nicht verwerthet werden kann und einer nochmaligen Rectification unterworfen werden muß, bei der sich wieder Rückstände, die abermals gecrackt werden müssen, bilden. Der Proceß des Crackens ist an und für sich auch verlustreich durch die unvermeidliche Bildung permanenter

Gase (circa 6 bis 8 Proc.), die man wohl in besser eingerichteten Fabriken auffängt und zu Beleuchtungs- und Heizzwecken verwendet, in vielen anderen Fabriken aber einfach ins Freie strömen läßt. Auch die Ausscheidung der allerschwersten Kohlenwasserstoffe, Asphalt und endlich Coaks als Hauptmenge, muß in Rücksicht gezogen werden, diese beträgt gewöhnlich 10 bis 25 Proc., oft noch mehr, vom verarbeiteten Rückstande.

Wenn man diese Momente erwägt und den Verkaufswerth des Rückstandes als solchen berücksichtigt, wird man jeweilig in der Lage sein, beurtheilen zu können, ob der Crackingproceß für die Rentabilität des Betriebes nothwendig sei.

Es sei nun Einiges über die Apparate, deren Wahl und Einrichtung erwähnt.

Der Crackingproceß geschieht in Kesseln, die eigens hierfür eingerichtet sein müssen. Die wesentlichsten Momente für die Anlage sind folgende: Der Kessel muß einen hohen Steigraum haben, damit die Oeldämpfe einen möglichst großen Weg im Kessel selbst zurücklegen, damit sie Gelegenheit finden, sich partiell zu condensiren, an den überhitzten Seitenwänden zurückzufließen und dort eine Zersetzung und Verdampfung zu erleiden; es wird sich daher nur eine stehende Kesselform empfehlen mit großen Condensationsdomen und, da die Condensation noch weiter fortgesetzt wird, mit entsprechenden Dephlegmatoren. Die Anwendung der Dephlegmatoren ist hier zur Erhöhung der Ausbeute von unbedingter Nothwendigkeit, und müssen diese so angeordnet sein, daß die Oeldämpfe große Condensationsflächen treffen, die flüssigen, schweren Oele in den Kessel zurückfließen können und nur die leichtflüchtigen in den Destillatvertheilern aufgefangen werden. Die Form des Kessels und die Wahl des Materials ist von nicht minderer Wichtigkeit, und werden sie gewöhnlich vertical cylindrisch verwendet. Der Boden wird in den seltensten Fällen flach gewählt, gewöhnlich hat er eine schalenförmige Gestalt; flache oder einwärts bombirte Böden sind nicht empfehlenswerth. Die ersteren aus dem Grunde nicht, weil sie — wenn sie aus Schmiedeeisen sind — leicht durchbrennen, und wenn aus Gußeisen, leicht springen, der Betrieb mit solchen Kesseln ist auch unrationell, da die Ueberhitzung der Oele und die Ausscheidung der Coaks eine viel schwerere ist. Aus ähnlichen Gesichtspunkten muß auch der einwärts bombirte Boden als unzweckmäßig betrachtet werden, wozu sich noch der Umstand gesellt, daß er durch seine Form einen Theil des Füllraumes wegnimmt.

Bezüglich der Wahl des Materials kann Folgendes gesagt werden: In der Regel wird der Kessel aus Gußeisen erzeugt. Man erhält hierdurch constantere Temperaturen der Kesselwände und ist auch die Dauerhaftigkeit des Kessels eine viel größere. Wo man aus ökonomischen Gründen schmiedeeiserne Kessel wählt, soll immer der exponirteste Punkt derselben, der Boden, aus Gußeisen sein, von schmiedeeisernen Böden ist entschieden abzurathen, denn die hohen Temperaturen, die im Kessel herrschen, ferner die Ausscheidung von Coaks am Boden deformiren und zerstören denselben schon nach sehr kurzem Gebrauche.

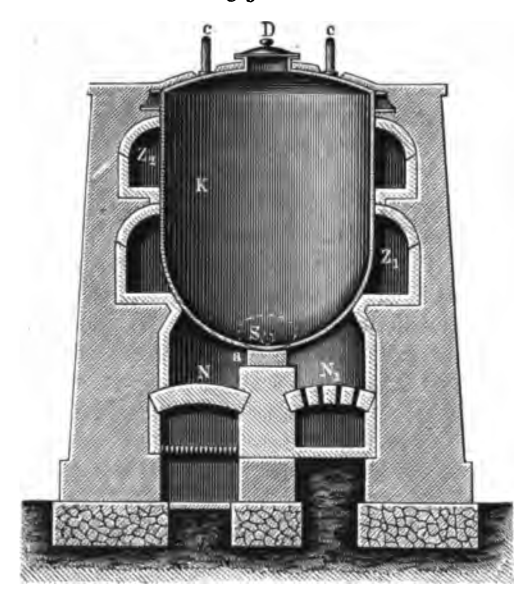
Als einziger Vortheil für schmiedeeiserne Böden spricht die raschere Inbetriebsetzung der Kessel, sonst ist die Verwendung als eine veraltete zu bezeichnen und nur in Fabriken, wo neben dem Crackingproceß auch Blau- und Grünöle

(Oele, die so bezeichnet werden, weil sie stark blau oder grün fluoresciren und die zur Erzeugung von Wagenfett und Oelgas verwendet werden) erzeugt werden, sind schmiedeeiserne Kesselböden aus demselben Material vereinzelt in Verwendung. Neuestens sollen mit noch nicht bekanntem Erfolge schmiedeeiserne Kessel mit Böden, die durch Zusatz von Ferromangan besonders widerstandsfähig gemacht sind, im Gebrauch sein. Hierdurch soll man bedeutend leichtere Böden verwenden können.

Die gebräuchlichste Crackingkesselform besteht aus einem gußeisernen Kessel, oder einer Combination von schmiedeeisernem Mantel und gußeisernem Boden. In den Fig. 128 a und 128 b (a. f. S.) ist die Construction und die Einmauerung eines gußeisernen Kessels ersichtlich. Er besteht aus einem stehenden cylindrischen Gußkörper und einer halbkugelförmigen Schale. Nur bei sehr kleinen Kesseln wird der Guß aus einem Stück ausgeführt; bei größeren Formen werden Cylinder und Schale aus zwei Theilen gegossen und entweder mit Verschraubungen verbunden, gewöhnlich aber ist die Verbindung eine viel innigere, indem während des Gießens auf die noch heiße Schale der Cylinder aufgegossen wird. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist die Schale mit einem Ansatz *a* versehen, mit welchem der Kessel auf dem Mauerwerk aufruht, an der Schale befindet sich der Schnabel *S*, der aus dem Mauerwerk herausragt und mit dem Ventil *V* versehen ist, hier wird der noch heiße Asphalt abgelassen. Weiter befinden sich am Kesseldeckel eine Fülleitung, eine Leitung für directen Dampf und endlich die Condensationsrohre *c c*. Der Deckel ist auf die Flantsche des Kessels angeschraubt, das Mannloch *D* wird zur Reinigung des Kessels benutzt, um den Coaks zu entfernen. Die Heizanlage ist leicht erklärlich; die Flamme von der Heizung *A* passirt die Feuerbrücke *B*, steigt bei *N* durchs Netzgewölbe, umspült den Kesselboden, steigt seitlich auf und geht durch den Zug Z_1 um den Kessel herum. Ist der Schieber T_1 geschlossen, dann steigt die Flamme seitwärts auf und umspült ein zweites Mal bei Z_2 den Kessel, überhitzt die Wände und tritt bei geöffnetem Schieber *T* in den Rauchcanal. Erfordert es der Betrieb, dann wird der Schieber T_1 geöffnet und der Schieber *T* geschlossen und die Heizgase umspülen nur einmal den Kessel und gehen sofort in den Rauchcanal ab. Bei dieser Betriebsart wird der Kessel mit Rückstand oder mit dem zu zersetzenden Oel gefüllt und angeheizt, anfänglich wird das Feuer schwächer gehalten, um eventuell mitgerissenes Wasser zu verdampfen, denn hier ist die Gefahr eines Uebersteigens eine noch größere; wenn die leichtflüchtigeren Oele abgetrieben sind, dann erfolgt das eigentliche Cracken, wobei das Feuer immer entsprechend den Condensationsproducten geleitet werden muß, d. h. geschwächt oder verstärkt, je nachdem schwerere oder leichtere Producte entstehen. Die Destillate, nachdem sie gehörig dephlegmirt sind, werden in einer der früher beschriebenen Weisen condensirt, wobei darauf Rücksicht genommen werden muß, daß sich bei dieser Destillation Paraffine oder paraffinähnliche Producte bilden, die leicht die Condensationsröhren verstopfen, daher das Kühlwasser warm, oft siedend heiß erhalten werden muß.

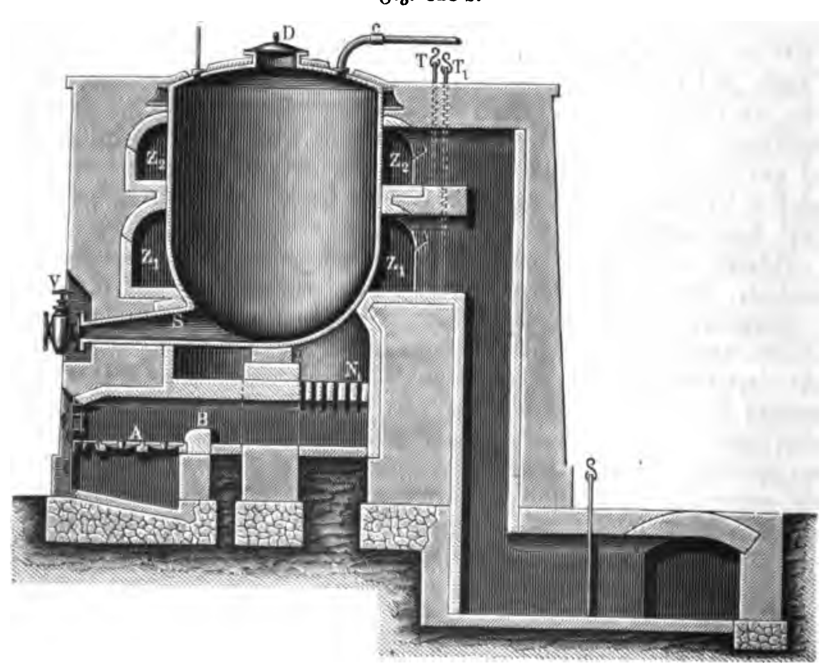
Bezüglich der Capacität der Kessel und deren Stärke lassen sich keine allgemeine Regeln geben. Unter allen Umständen muß die Capacität der gesammten

Fig. 128 a.



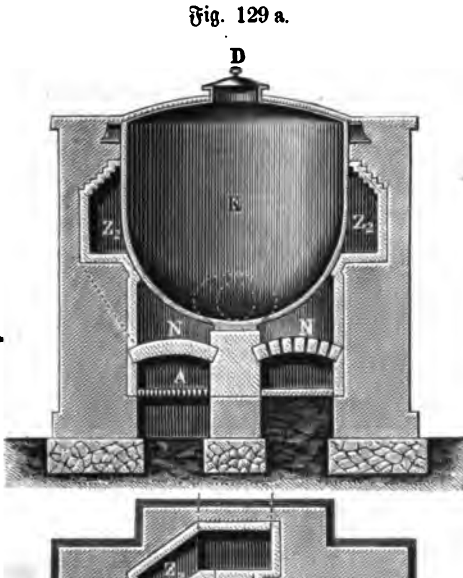
Kessel mindestens so groß sein, daß der ganze Rohölrückstand untergebracht werden kann. Man hilft sich auch in der Weise, daß man, um an Raum zu sparen und um das wiederholte Anheizen und Durchwärmen zu vermeiden, gegen Ende der Destillation nachfüllt, gewöhnlich auf das frühere Maß des Kesselinhaltes, und zwar ein- bis zweimal. Ein weiteres Nachfüllen ist unzulässig, weil die gewonnenen Producte nicht mehr leicht genug sind und weil ferner so große Coaksmengen ausgeschieden werden, daß der Betrieb und der Kessel

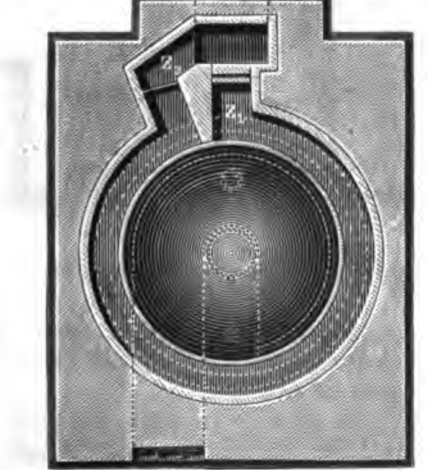
Fig. 128 b.



unbedingt leiden. Gewöhnlich giebt man dem Kessel solche Größenverhältnisse, daß die Höhe desselben 2- bis $2^1/_2$ mal größer ist, als der Durchmesser, die Wandstärken sind sehr verschieden. Während nach Manchen die Wände so schwach als möglich gegossen werden und nur der Bodentheil stärker gewählt wird, findet man viele Kessel, wo die Seitenwände 6 bis 8 cm stark sind und der Boden bis 14 cm stark gegossen wird. Gegen beide Extreme sprechen einerseits die geringere Dauerhaftigkeit, verursacht durch Springen, andererseits ganz bedeutende Mehrkosten an Eisen und Heizmaterial. Empfehlenswerth ist es, die Kessel so zu gießen, daß der Boden 6 bis 8 cm stark ist (aus besonders zähem Eisenguß selbst nur 4 cm) und die Seitenwände sich allmälig schwächen bis zu einer Grenze von 4 bis 6 cm und noch weniger. Kessel von dieser Stärke entsprechen allen Anforderungen, und treten selbst nach langem, andauerndem Betriebe keine Störungen, Undichtigkeiten und Risse auf. Ausschlaggebend ist in erster Linie auch die Qualität des Eisenmateriales, dasselbe darf keine Beimengungen enthalten, die es brüchig machen könnten; besonders einige zähe schottische Eisensorten (Coldnessiron) bewähren sich hierzu besonders; daß Reinheit des Gusses eine unerläßliche Bedingung ist, ist selbstverständlich.

Fig. 129 a.



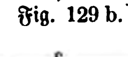


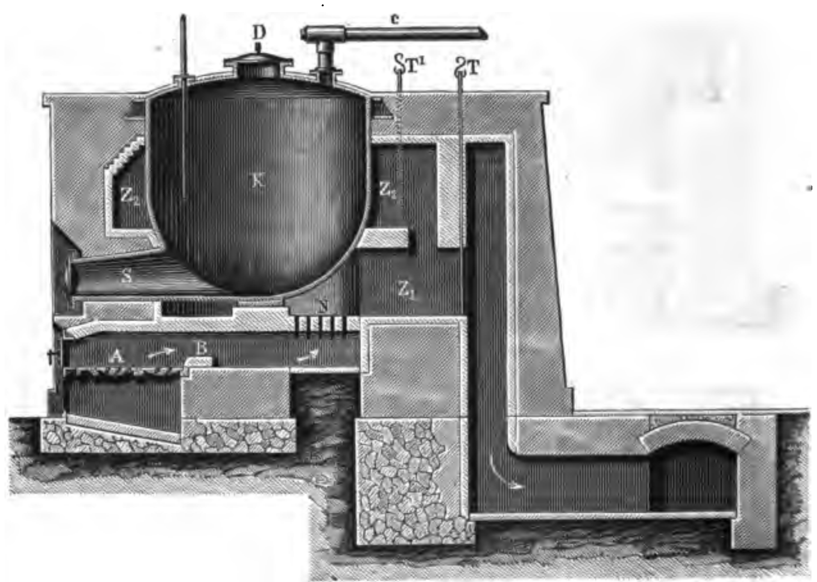
In den Figuren 129 a und 129 b (a. f. S.) ist eine vielfach angewendete Kesselform *K* ersichtlich, wie sie zur Verarbeitung leichter zersetzbarer Rückstände gebräuchlich ist. Sie besteht aus einem etwas niedrigeren cylindrischen Obertheil, mit halbkugelförmigem Boden, an den der Ablaßstutzen *S* angegossen ist; letzterer ragt aus der Feuerung heraus und ist mit einem anschraubbaren Mannlochdeckel versehen und geschlossen. Alle anderen Einrichtungen sind der vorher beschriebenen Kesselform ähnlich.

Ein wesentlicher Unterschied liegt in der Heizung, indem die Heizgase eine viel größere Kesselfläche berühren, die Flamme streicht von der Feuerungsanlage *A* durch das Netzgewölbe *N*, umspült den Kesselboden und geht im Bedarfsfalle durch den Zug Z_1 in den Rauchcanal. Ist der Schieber *T* geschlossen und T_1 geöffnet, dann steigt die Flamme in den Zug Z_2, umspült die Kesselseitenwände und geht erst dann in den Rauchcanal.

Aus den Zugdimensionen ist ersichtlich, daß erstens viel größere Flächen bestrichen werden, zweitens die Temperatur der Heizgase eine viel größere ist.

Fig. 129 b.





Capacität und Wandstärke des Kessels lassen sich aus dem Vorhergesagten auch auf diesen übertragen.

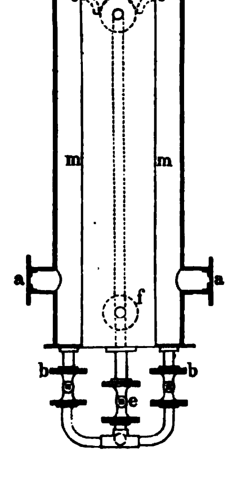
Der Betrieb ist ein ganz ähnlicher, doch wird meist in diesen Fällen auf vollständiges Vercoaksen gearbeitet, um das umständliche Oeffnen und Schließen des Mannlochdeckels *D* beim Ablaß möglichst zu vermeiden.

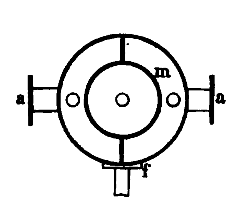
Das wesentlichste Moment des Crackens besteht in der Erzeugung specifisch leichter Oele. Die Bildung derselben geschieht, wie erwähnt, durch Ueberhitzen der Schweröle an den Kesselwänden, dies setzt eine Verdampfung derselben voraus. Es ist unausbleiblich, daß gleichzeitig mit den gebildeten leichtflüchtigen Oelen auch ein Theil der Schweröle mitgerissen wird, dadurch wird aber sowohl die Ausbeute an leichten Oelen als auch deren Qualität beeinflußt. Eine intensiv wirkende Dephlegmation ist daher für den Betrieb unerläßlich nothwendig, und zwar in der Weise, daß durch eine möglichst große Oberflächencondensation des Dephlegmatoren die specifisch schweren Oele vollständig condensiren und in den Kessel zurückfließen können, wo sie an den überhitzten Wänden

eine abermalige Zersetzung erleiden. In Fig. 130 ist die Einrichtung eines Dephlegmators, wie sie mit vielem Erfolg verwendet wird, ersichtlich. Die Oeldämpfe treten bei *a* in den Apparat, condensiren sich theilweise, fließen bei *b* in den Kessel zurück, während die uncondensirbaren Dämpfe bei *c* in den Raum innerhalb des Mantels *m* steigen, sich auch dort condensiren, wobei die condensirten Producte bei *e* ebenfalls in den Kessel zurückfließen und nur die leichtesten Oele bei *d* in die Kühlvorrichtung abfließen können.

Ist die Destillation schon gegen Ende gediehen, so daß bei *d* keine Oele auftreten, dann wird durch einfache Hahnstellung bei *f* das Destillat abgelassen.

Fig. 130.





Es giebt noch zahlreiche Formen von solchen Condensationstrommeln, auf die jedoch nicht weiter eingegangen werden soll.

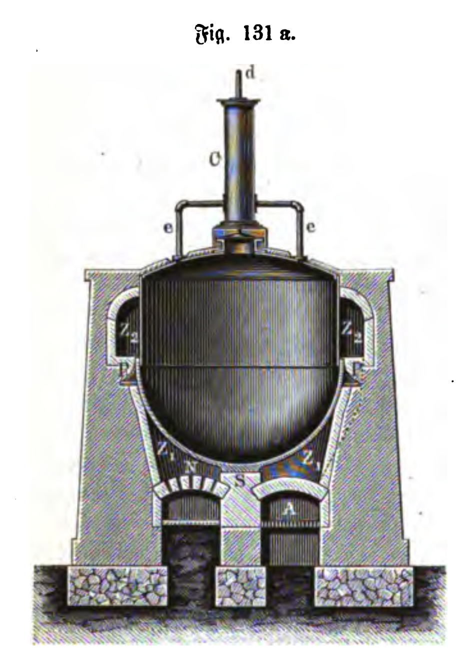
In Fig. 131 a und 131 b (a. f. S.) sehen wir eine Kesselform, die als empfehlenswerth bezeichnet werden muß, der Kessel besteht aus einem schmiedeeisernen Mantel mit halbkugelförmiger Gußschale:

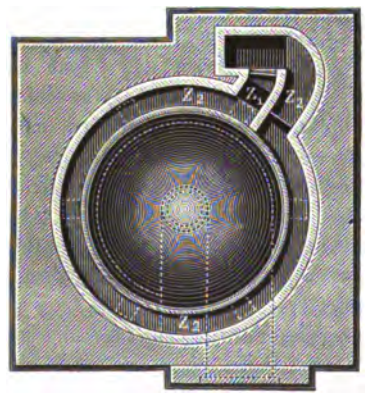
Diese Combination ist aus verschiedenen Gründen empfehlenswerth. In erster Linie des Kostenpunktes wegen, da ein Kessel der gleichen Capacität ganz aus Gußeisen bedeutend theurer ist als ein schmiedeeiserner. Auch was die Dauerhaftigkeit anbelangt, ist der combinirte Kessel vorzuziehen. Nachdem der der Zerstörung am meisten ausgesetzte Theil aus Gußeisen und zur Vermeidung schädlicher Spannungen halbkugelförmig gegossen ist, ist es überflüssig, die Seitenwände ebenfalls gegossen herzustellen. Im Fall der Boden aus irgend welchen Gründen den Dienst versagt, genügt es, ihn einfach von dem schmiedeeisernen Mantel abzunehmen und durch einen neuen zu ersetzen. Bei einem ganz gußeisernen Kessel ist dies nicht möglich. Endlich bietet dieser Kessel auch für den Betrieb wesentliche Vortheile, denn das Ueberhitzen der Kesselwände ist rascher zu erzielen, während gußeiserne Seitenwände viel mehr Zeit zum Ueberhitzen brauchen.

Der Kessel besteht aus einer halbkugelförmigen Schale mit angegossenen Pratzen *P*, auf denen der Kessel ruht. Es sei gleich hier auf die Wichtigkeit dieses Umstandes hingewiesen. Die Erfahrung zeigt, daß diese Kessel, wenn sie nicht auf den Pratzen hängen, sondern auf dem Sockel *S* aufruhen, viel leichter zerstört werden, denn Spannungen, die im Gußeisen durch die starke Ueberhitzung entstehen, verursachen, daß sich die Schale und der Mantel verschieden ausdehnen und wenn dem keine Rechnung getragen wird, sind Sprünge im Guß und Undichtigkeiten an den Verbindungsstellen unvermeidlich. Man wird daher gut thun, einen kleinen Raum zwischen dem untersten Theile

des Kessels und dem Sockel frei zu lassen. Die Stärke der gußeisernen Schale ist variabel, soll aber nicht unter ein gewisses Maß (4 bis 7 cm) heruntergehen. Der schmiedeeiserne Mantel wird in gewöhnlicher Weise erzeugt und genügen Blechstärken von 6 bis 10 mm. Wichtig, und oft die Quelle großer Unannehmlichkeiten, ist die Verbindung unter einander. In manchen Fällen geschieht die Verbindung in der Weise, daß auf den Mantel ein horizontaler Winkelring (Flantsche) aufgenietet wird und die Schale ebenfalls eine horizontale Flantsche trägt. Diese beiden Flantschen werden entweder zusammengenietet oder geschraubt und zur besonderen Dichtung Kupferringe, ja selbst der so schädliche Eisenkitt verwendet; daß eine solche Verbindung keinen Anspruch auf besondere Dauerhaftigkeit machen kann, ist leicht begreiflich, wie es auch die Erfahrung lehrt. Zunächst kann die Vernietung oder Verschraubung nie so sorgfältig geschehen, daß nicht Undichtigkeiten auftreten, die noch dadurch vermehrt werden, daß sich die schmiede- und gußeisernen Flantschen in verschiedener Richtung und verschieden stark ausdehnen und dadurch die Verbindungen gelockert werden. Die einfachste und sicherste Verbindung ist die aus der Zeichnung ersichtliche: der schmiedeeiserne Mantel und die gußeiserne Schale werden einfach in einander geschoben, sind an ihren Rändern durchlocht und werden durch Nieten, die an der Innenseite verstemmbar sind, mit einander verbunden. Zur Erhöhung der Dichtigkeit befindet sich zwischen dem Mantel und der Schale ein schmiedeeiserner Ring als Einlage, der, wenn sich Undichtigkeiten an den Verbindungsstellen zeigen sollten, auf beiden Seiten, sowohl gegen den schmiede- als auch den gußeisernen Theil zu gestemmt werden kann, der Kessel ist in folgender Weise eingemauert. Bei A ist die Feuerungsanlage. Die Flammen passiren einen geschlossenen Gang, ehe sie bei den Netzgewölben N austreten und

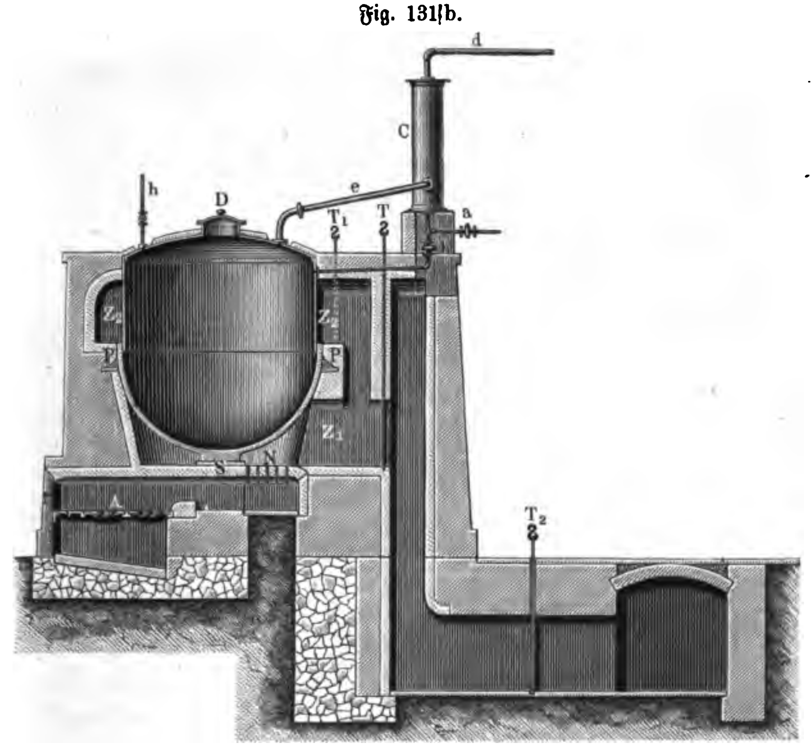
Fig. 131 a.





den Kesselboden umspülen. Ist der Schieber T geöffnet und T_1 geschlossen, dann ziehen die Heizgase, nachdem sie den Boden erhitzt, direct in den Rauchcanal ab. Sollen die Seitenwände überhitzt werden, dann wird der Schieber T geschlossen und T_1 geöffnet und die Heizgase treten in den Zug Z_2 um den Kessel herum, und durch einen seitlich angeordneten Canal ebenfalls in den Rauchcanal. Es ist daraus ersichtlich, daß die Heizung in sehr einfacher Weise regulirbar ist. Der Schieber T_2 ist nur in dem Falle in Verwendung, wenn die Kessel in einer

Fig. 131 b.



Batterie angeordnet sind und der eine oder der andere Kessel, z. B. im Falle eines Brandes 2c., ausgeschaltet werden soll.

Der Gang der Destillation ist ähnlich dem schon vorher beschriebenen. Durch die Einschaltung des Dephlegmators C wird die Condensation in folgender Weise durchgeführt. Die Dämpfe treten durch die Gasröhren $e\,e$, die eine ganz bedeutende Steigung haben, in den Dephlegmator C. Die allerleichtesten, dort nicht condensirbaren Theile treten bei d in die Kühlvorrichtung, die condensirten Oele fließen bei b in den Kessel zurück (geöffnete Hahnstellung b und geschlossene a). Gegen Schluß der Destillation fließen die Schweröle bei a ebenfalls in die Kühlvorrichtung (geöffnete Hahnstellung a, geschlossene b). Zur Unterstützung der Destillation wird hier und da auch Dampf, gewöhnlich überhitzter, verwendet. Dadurch erreicht man, daß die schwer aufsteigbaren Oeldämpfe mitgerissen werden,

auch soll durch die Anwendung von Dampf die Dauerhaftigkeit des Kessels erhöht werden, indem die Ausscheidung eines viel weicheren Coaks, der sich nicht so an die Kesselwände anlegen kann, erreicht wird.

Erwähnt sei schließlich das Ergebniß resp. der Verlust im Großbetrieb: Nach H. Deutsch („Le Petrole et ses applications, Paris ancien maison Quantin") beträgt er nach vollständiger Verarbeitung des Rohöles:

0,5	Proc.	Verlust	als Wasser und Schlamm,
0,17	„	„	durch Verdampfung in den Vorrathsgefäßen,
0,50	„	„	„ Pumpen, in den Rohrleitungen (?),
2,25	„	„	bei der ersten Destillation — uncondensirte Gase —,
0,90	„	„	„ „ zweiten „ „ „ (?),
2,25	„	„	„ „ Destillation der Schweröle,
0,65	„	„	„ „ Rectification der Benzine,
1,78	„	„	„ „ Raffination,
9,00	Proc.		
2,00	„	Coaks	
11,00	Proc.	Total-Verlust.	

Fünftes Capitel.

Anlage. Disposition.

Die richtige Wahl des Terrains für die Anlage einer Mineralölfabrik ist mit Bezug auf die Größen- und Niveauverhältnisse derselben von nicht zu unterschätzender Bedeutung, da hierdurch der Betrieb wesentlich beeinflußt wird.

In erster Linie ist die Größe des Platzes zu berücksichtigen. Der Feuergefährlichkeit wegen soll das Terrain so ausgedehnt sein, daß die einzelnen Objecte, Destillationsanlagen, Maschinengebäude, Dampfkessel, Raffinirapparate, Reservoirs, Expeditionslocale genügend entfernt von einander situirt sind, daß bei dem Brande eines Objectes die Gefahr für die anderen auf ein Minimum herabgesetzt werde, ohne daß jedoch durch zu große Entfernungen der Betrieb und die Anlage selbst überflüssig vertheuert werden. Es empfiehlt sich also für die Anlage einer Fabrik eine Art Pavillonsystem, beruhend auf vollständiger Isolirung der einzelnen Objecte, die nur durch Rohrleitungen zc. mit einander verbunden sein sollen.

Bei richtiger Ausnützung der Niveauverhältnisse des Terrains lassen sich große Ersparungen erzielen; da der Betrieb der Hauptsache nach in einer Bewegung von Flüssigkeiten besteht, ist es begreiflich, daß ein großer Theil der Arbeit durch das freie Gefälle der Flüssigkeiten selbst, geleistet werden kann. Wenn das Terrain von Natur aus ein aufsteigendes ist, kann durch terrassenförmige Anlage der Apparate das freie Gefälle ausgenützt werden, und das Ideal einer Fabrik wäre, da wo die Vorrathsbehälter für die Rohwaaren an dem höchsten Punkte der Anlage situirt wären, um von hieraus die etwas tiefer gelegenen Kessel direct füllen zu können, während von den tiefer gelegenen Sammelgefäßen das Oel durch freien Fall in die Raffinirapparate (Agitatoren), und das fertige Product zu dem tiefst gelegenen Punkte, zu den Füll- und Expeditionslocalen fließen könnte.

Da diese Terrainbeschaffenheit in den seltensten Fällen auch nur annähernd zu finden ist, empfiehlt es sich, auf künstliche Weise ein freies Gefälle zu erzielen. Man wird daher, immer von der vorher besprochenen Disposition ausgehend, zwei oder mehrere mit einander zusammenhängende Objecte so aufstellen, daß z. B. von den Kesseln directer Abfluß in die Sammelkessel, von den Agitatoren in die Füllreservoirs geschaffen wird.

Eine weitere wesentliche Bedingung für die richtige Anlage endlich ist die Lösung der Wasserfrage, denn der Bedarf an viel und möglichst kaltem Wasser ist ein ziemlich großer. Ueber die Menge desselben und über die Fortschaffung der Abwässer sei Einiges erwähnt, Weiteres über die Qualität und das Maß des Einflusses, den ein solcher Betrieb auf die Beschaffenheit des Wassers zu nehmen vermag [1]).

Wasser.

Zu berücksichtigen ist, daß für den Betrieb der Mineralölraffinerien Wasser einerseits zu Zwecken der Kühlung der Destillate, andererseits zur Vornahme der chemischen Reinigung der Petroleum- und Schmieröldestillate und endlich zur Erzeugung von Dampf, sowohl für den Betrieb der Motoren als auch für die Unterstützung der Destillation, eventuell zur Anwärmung von Destillaten ꝛc. in Anspruch genommen werden muß.

Von diesem Betriebswasser wird das zu Kühlzwecken verwendete Wasser in der Regel keine andere Veränderung erfahren, als eine Erhöhung seiner Temperatur. Dagegen wird das zu Zwecken der chemischen Reinigung der Destillate heranzuziehende, dann das durch Condensation des für die Unterstützung der Destillationsprocesse verwendeten Dampfes resultirende, endlich das zu etwaigen Reinigungsarbeiten an Apparaten und Utensilien benutzte Wasser in einer bestimmten Weise verunreinigt werden.

Es sei, um für die Beurtheilung des Gesammtwasserbedarfes und der Qualität sowie der Quantität der zur Ableitung zu bringenden Abfallwässer geeignete Anhaltspunkte zu gewinnen, ein concreter Fall ins Auge gefaßt. Bei einem Mittelbetrieb von ca. 250 000 bis 300 000 m-Ctr. Rohwaare pro anno werden verwendet: fünf liegende Destillirblasen mit einem Gesammtfassungsraum von ca. 2000 hl, ferner vier Rückstandskessel mit ca. 400 hl Fassungsraum. Die bei der Kerosindestillation resultirenden Dämpfe müssen ebenso wie die bei der Schmieröldestillation abgetriebenen Dämpfe durch Wärmeentziehung verflüssigt werden. Diese Abkühlung geschieht hier durch Wasser. Nach dem Principe des Gegenstromes wird sonach das abfließende Wasser das Maximum der Erwärmung, welche dasselbe nach Maßgabe des Verhältnisses der Wasserquantität zu der abzuleitenden Wärmemenge zu erfahren mag, zeigen.

Das Interesse der Erzielung einer möglichst wirksamen Kühlung erheischt es, den Kühlwasserzulauf so zu regeln, daß bei der Kerosindestillation die Endtemperatur des Wassers nicht wesentlich über 45° C., bei der Rückstanddestillation diese Endtemperatur nicht über 60° C. betrage.

Bei Festhaltung dieser Maximalendtemperaturen läßt sich nun, unter der Annahme, daß das zur Kühlung zu verwendende Wasser mit einer Anfangstemperatur von + 10° C. den Kühlern zugeführt wird, an der Hand der bekannten mittleren specifischen und Verdampfungswärmen der einzelnen Destillate, ihrer mittleren Temperatur und ihrer Menge annäherungsweise der Bedarf an Kühl-

---

[1]) Aus W. Gintl: „Oesterreichischer Sanitätsbeamter“ 1889, Nr. 8, 9, 10.

wasser per Tag berechnen, wenn zugleich berücksichtigt wird, daß das Kerosindestillat mindestens auf 18° C., das Rückstanddestillat mindestens auf 30° C. abzukühlen ist.

Es berechnet sich dann für 840 m-Ctr. Kerosindestillat als Ausbeute bei einer mittleren Temperatur des Dampfes von 225° C. ein Wärmeinhalt des Dampfes von im Mittel 15 960 000 Calorien, von welchen 15 220 800 Calorien abzuleiten sind. Da 1 kg Wasser bei der Erwärmung von + 10° C. auf 45° C. rund 35 Calorien anzunehmen vermag, so ergäbe sich der Wasserverbrauch zur Kühlung der Kerosindämpfe per Tag zu 434,8 cbm. Da nun aber ca. 10 Proc. der abzuleitenden Wärmemenge durch Luftkühlung abgeleitet werden, so wird sich der mittlere Kühlwasserverbrauch auf 391,4 cbm vermindern.

Für die Kühlung des Rückstandsdestillates berechnet sich in gleicher Weise, bei Annahme einer Mitteltemperatur des Dampfes von 300° C. und einer Endtemperatur von 30° C., ferner einem Wärmeverlust durch Luftkühlung von 15 Proz., der Wasserverbrauch per Tag gleich 311,2 cbm.

Wird der Rückstand auf Schmieröle destillirt, so wird die Destillation mit überhitztem Wasserdampf unterstützt, welcher im verdichteten Zustande etwa 50 Proc. des Schmieröldestillates ausmacht. Dieser Wasserdampf muß gleichfalls verdichtet und gekühlt werden und ergiebt sich bei einer 15 Proc. betragenden Luftkühlung und einer Abkühlung bis auf 30° C. ein Kühlwasserbedarf von 397,4 cbm per Tag.

Sonach werden bei Voraussetzung der Verarbeitung von russischem Rohöl verbraucht: an Kühlwasser für das Kerosin 391,4 cbm, welche mit einer Temperatur von 45° abgehen werden, und für die Rückständedestillation (zum Cracken und Schmierölerzeugung) 708,6 cbm, welche mit einer Temperatur von 60° C. zur Ableitung kommen. Im Ganzen würde demnach der Kühlwasserbedarf betragen 1100 cbm per Tag.

Außerdem wird ein nennenswerther Bedarf an Wasser für Kühlzwecke noch erfordert werden für die Kühlung der Rückstände aus den Rohöldestillatoren, welche mit einer Temperatur von ca. 300° C. abgehen und von ihrer Ableitung in die Reservoirs auf etwa 80° C. abgekühlt werden müssen. Hierfür würde ein Wasserverbrauch von 242 cbm per Tag sich berechnen, wenn russisches Roherdöl verarbeitet wird und die Endtemperatur des Wassers mit 80° C. angenommen wird.

Bei Zurechnung dieses Wasserbedarfes würde sich, wenn zugleich berücksichtigt wird, daß bei Anwendung einer Dampfmaschine mit Condensation ein circa dem 25fachen des Dampfverbrauches per Stunde entsprechendes Quantum an Einspritzwasser erforderlich wäre, der für Kühlzwecke erforderte Wasseraufwand für den Fall auf rund 1400 cbm stellen.

Dieses Wasserquantum wäre abzüglich des etwa aus dem Kühlwasser zu deckenden weiteren Wasserverbrauches und des durch Verdunstung und Verdampfung bedingten Verlustes per Tag auch abzuleiten.

Es muß hierbei noch bemerkt werden, daß zu wärmeren Jahreszeiten, wo die Anfangstemperatur des Kühlwassers mehr als + 10° C. beträgt und die Luftkühlung eine geringere sein wird, sich der Kühlwasserverbrauch entsprechend er-

höhen, während er andererseits zur Zeit strenger Winterkälte sich erniedrigen lassen wird. Für die wärmere Jahreszeit wird sich als Minimum des Kühlwasserbedarfes per Tag die Ziffer von 1680 ansetzen lassen.

Für den Betrieb der Dampfkessel wird mit Rücksicht auf die Größe der Heizfläche derselben von je 120 qm bei der Annahme einer Production von 17 kg Dampf per Stunde und Centimeter der Heizfläche per Tag ein Wasserverbrauch von rund 100 cbm sich ergeben, der allerdings auch aus dem von den Kühlern abfließenden Wasser und aus dem eventuell sich ergebenden Condensationswasser gedeckt werden könnte.

Endlich wird der Bedarf an Wasser für die chemische Reinigung, welcher mit 48 Proc. vom Gewichte des zu reinigenden Destillates bewerthet werden kann, per Tag bei der Kerosinreinigung 40,3 cbm und bei der Schmierölreinigung 33,6 cbm betragen.

Ein weiterer Wasserbedarf wird sich lediglich für das Waschen und die Leimung der Versandtfässer, dann für eventuelle zeitweilig wiederkehrende Reinigungsarbeiten ergeben, der mit rund 10 cbm per Tag reichlich bemessen ist. Dieser Wasserbedarf, ebenso wie jener für die Speisung der Kessel, dann für das zur chemischen Reinigung aufzuwendende Wasser wird zum Theil aus dem Ergebnisse an Condensationswasser, zum Theil aus dem Ablauf der Kühler gedeckt werden können.

Die für das gesammte Wassererforderniß berechnete Wassermenge würde, in runden Ziffern ausgedrückt, für den Fall der Verarbeitung von russischem Roherdöl im Mittel pro Secunde betragen:

für den Winter bezw. bei kühlerer Jahreszeit . . 0,0162 cbm = 16,2 Liter,
für den Sommer bezw. die wärmere Jahreszeit . 0,0194 „ = 19,4 „

Gleich der Menge des erforderlichen Wasserbedarfes wird auch die Quantität der zur Ableitung zu bringenden Wassermenge durch die oben für den Kühlwasseraufwand angesetzten Werthe gemessen sein, da der dem Kühlwasser etwa entnommene Wasserbedarf für die oben angeführten anderweitigen Zwecke, zum Theil in Gestalt von Condensationswasser, zum Theil in Form von sonstigem Abfallwasser, doch endlich zum Abflusse gebracht werden muß, und da der durch Verdunstung und als entweichender Dampf verloren gehende Antheil von Wasser zum größten Theil durch das bei der Destillation des Rohöles sowohl, wie auch der Rückstände, durch pyrogene Zersetzung dieser Materialien sich bildende und in das Destillat übergehende Wasser aufgewogen werden wird, überdies aber auch das Niederschlagwasser von dem Fabrikareale zur Ableitung zu bringen ist.

Was die Qualität dieses Abfallwassers anbelangt, so wird dasselbe aus der schon erwähnten Temperaturerhöhung des von den Kühlern ablaufenden Wassers eine qualitative Veränderung insofern erleiden, als es gewisse Stoffe aus dem Betriebe abzuführen hat.

Die Art und Menge dieser Stoffe ergiebt sich aus folgender Erwägung.

Das mit dem Kerosindestillate sowie auch das mit dem Schmieröldestillate sich condensirende Wasser wird eine gewisse Menge an löslichen Stoffen aus den einzelnen Destillaten, und zwar sowohl Spuren der in Wasser keineswegs voll-

kommen unlöslichen Kohlenwasserstoffe selbst, dann Spuren von Fettsäuren und aromatischen Säuren, Spuren von Phenolen und endlich brenzlichen Producten, eventuell auch Spuren von organischen Basen enthalten. Die Gegenwart dieser Körper ertheilt diesem Wasser eine leichte gelbliche oder bräunliche Färbung und einen specifisch brenzlichen, zum Theil an Petroleum, zum Theil an Theer erinnernden Geruch, Eigenschaften, die namentlich dem aus dem Schmierölbestillate stammenden Wasser in höherem Grade zukommen.

Zugleich zeigen diese Flüssigkeiten in der Regel eine saure Reaction.

Die Quantität dieser Art von Abfallwasser wird für die Verarbeitung von russischem Roherdöl mit rund 35,8 cbm per Tag zu bewerthen sein.

Das zu der Wäsche des der chemischen Reinigung unterworfenen Kerosins und Schmieröles verwendete Wasser nimmt aus diesen, neben Spuren der diversen Erdölkohlenwasserstoffe, Fettsäuren und aromatischen Säuren, namentlich schweflige Säure, dann eine gewisse Menge noch nicht zur Abscheidung gekommener Schwefelsäure, endlich die durch Einwirkung der Schwefelsäure gebildeten Sulfosäuren, nebst sonstigen durch die Schwefelsäurereaction entstehenden, in Wasser oder Alkali löslichen Stoffen auf.

Es wird überdies, sofern bei dem auf die Säurebehandlung folgenden Laugen Lösungen von Aetznatron angewendet werden, das gesammte verwendete Natronhydrat im Zustande der Bindung an die erwähnten Säuren, also als Natronsalze dieser Säuren enthalten. Diesen Gemengtheilen wird die von den Reinigungsarbeiten abzuleitende Flüssigkeit einen deutlichen, zum Theil an Petroleum, zum Theil an Theer, zum Theil an schweflige Säure erinnernden Geruch, eine mehr oder weniger gelbliche bis bräunliche Färbung und häufig auch durch suspendirte Reste von Oelen und verharzten Stoffen eine Trübung verdanken.

Ihre Reaction wird, da in der Regel nicht die zur Neutralisation der vorhandenen Säuremenge erforderliche Quantität an Aetznatron aufgewendet zu werden pflegt, eine stets mehr oder weniger saure sein. Ueberdies wird speciell die von der Schmierölreinigung abzuleitende Waschflüssigkeit, da die Scheidung des Oeles von der wässerigen Flüssigkeit die Anwendung von Wärme erheischt, mit einer Temperatur von ca. 40° C. zur Ableitung kommen. Die Menge dieser Flüssigkeiten und der relative Gehalt an den besagten Verunreinigungen wird sich wie folgt beziffern lassen.

Von der zur Reinigung des Kerosins aufzuwendenden Schwefelsäuremenge von ca. 25 m-Ctr. täglich (bei Verarbeitung von russischem Roherdöl) wird, je nachdem die Scheidung der Reinigungssäure vor dem nachfolgenden Waschen und Laugen vollkommen oder weniger vollkommen erfolgt ist, eine 10 bis 20 Proc., im Mittel 15 Proc. betragende Quantität, zum Theil in der Form von unveränderter Schwefelsäure, zum Theil in Form von Sulfosäuren in die Lösung gehen. Es wird sonach die Gesammtmenge dieses Säureantheiles im Mittel 3,75 m-Ctr. per Tag betragen. Dazu kommt noch die bereits oben mit 70 kg bewerthete Menge von schwefliger Säure, welche in der Flüssigkeit in Lösung geht und durch die Waschflüssigkeit fortgeschafft werden muß. Der Aetznatronverbrauch für das Laugen des Kerosins kann im Mittel mit 0,3 Proc. vom Kerosingewichte beziffert werden, wird sonach 2,52 m-Ctr. per Tag betragen.

Für die Schmierölreinigung würde sich bei Voraussetzung der Verarbeitung von russischem Roherdöl in gleicher Weise der Antheil der mit der Abfallflüssigkeit fortzuschaffenden Schwefelsäure und Sulfosäuren zu 8,4 m=Ctr. per Tag berechnen, wozu noch die 2,18 m=Ctr. betragende Quantität der in Lösung stehenden schwefligen Säure kommt. Der Aetznatronverbrauch würde, als erfahrungsgemäß im Mittel 0,4 bis 0,5 Proc. vom Schmierölgewichte betragend, sich für diesen Fall zu 315 m=Ctr. per Tag berechnen.

Da nun der Gesammtwasserverbrauch für die Kerosin= und Schmierölreinigung, wie oben berechnet, bei Roherdölverarbeitung sich per Tag auf 73,9 cbm beziffert, so ergiebt sich, daß das Abfallwasser von der chemischen Reinigungsarbeit, in gleichmäßiger Mischung gedacht, sofern es ein Quantum von 12 bis 15 m=Ctr. an Schwefelsäure und Sulfosäuren, dann von 2,88 m=Ctr. schwefliger Säure und 5,67 m=Ctr. Aetznatron abzuführen hätte (von welchem das Aetznatron jedenfalls in Verbindung mit Schwefelsäure vorhanden sein und sonach ein Quantum von 10,06 m=Ctr. schwefelsaurem Natron repräsentiren würde, während nur der Rest von 6,48 m=Ctr. Schwefelsäure und Sulfosäuren, sowie die schweflige Säure frei bleiben würde), einen Gehalt von 1,32 Proc. schwefelsaurem Natron, dann 0,85 Proc. an freier Schwefelsäure und Sulfosäuren, 0,038 Proc. an schwefliger Säure aufweisen müßte. Im Ganzen würde sonach der Gehalt des Wassers an den genannten Säuren und Salzen 2,208 Proc. betragen, wozu noch für die nicht bestimmt bezifferbaren Mengen an anderen indifferenten Stoffen 0,25 Proc. zuzuschlagen sein würden, so daß sich die Verunreinigungsziffer mit rund 2,45 Proc. bewerthen ließe.

Diese Verunreinigungsziffer würde natürlich, wenn der Abfluß der fraglichen Flüssigkeiten gemeinschaftlich und gleichmäßig mit dem abzuleitenden Kühlwasser erfolgen würde, auf ca. $^1/_{10}$ des berechneten Werthes herabgedrückt werden und sich somit der Zuwachs an Verunreinigungen, welchen das gesammte Abfallwasser bei gleichmäßiger Mischung zeigen würde, zu 0,22 beziehungsweise 0,2 Proc. ergeben.

Beim gewöhnlichen Gange des Betriebes würden jedoch diese verunreinigten Flüssigkeiten nicht nur nicht gleichmäßig, vielmehr je nach dem Gange der Reinigungschargen in einzelnen Phasen und dann auch mit ganz verschiedenen Concentrationsverhältnissen zum Abflusse kommen und es könnte in solchem Falle wohl die Möglichkeit sich ergeben, daß zeitweilig eine erheblich größere Verunreinigung des Abflußwassers bestehen und Veranlassung zu einer nachtheiligen Beeinflussung des Flußwassers geben könnte.

Andererseits ist bei den vorstehenden Berechnungen von der Voraussetzung ausgegangen, daß lediglich die unvermeidlich in das Abfallwasser zu überführenden Stoffe mit diesem zur Ableitung kommen, und es ist hierbei gedacht, daß alle sonstigen aus dem Betriebe resultirenden Abfälle, insbesondere die durch directe Scheidung von dem Oele zu trennende Reinigungssäure, dann die Rückstände von der Lösung des Aetznatrons, die Filterrückstände aus den Entwässerungsfiltern nicht zur Abfuhr in das Abfallwasser kommen.

Wenn dies der Fall sein wird und wenn ferner mit möglichster Sorgfalt die Fortführung von Erdöl und Rückstandtheilen durch das Kühlwasser vermieden

wird, andererseits aber durch Reinhaltung des Fabrikhofes der Möglichkeit einer Fortschwemmung von Erdöl oder Destillationsrückständen, Brennmaterialien, Asche und dergleichen durch das Niederschlagwasser vorgebeugt wird, dann erscheint das zu gewärtigende Maß des Einflusses, welchen die Ableitung des Abfallwassers auf die Beschaffenheit des Flußlaufes ꝛc. ausüben kann, durch die oben berechneten Ziffern bestimmt.

Aus dem Gesagten ergeben sich auch die Directiven für die Formulirung der Bedingungen, unter welchen das erreichbare Minimum des Einflusses auf die Wasserbeschaffenheit gesichert werden kann. Zunächst wird hierfür erforderlich sein, daß die eigentlich verunreinigten Abfallwässer in einer gleichmäßigen Mischung mit den nicht verunreinigten Kühlwässern zur Ableitung kommen. Dies zu erreichen, werden Sammelgruben bezw. Reservoirs anzulegen sein, welche das per Tag resultirende Quantum an Abfallwässern dieser Art zu fassen vermögen und daher eine gleichmäßige Mischung dieser, dann aber auch einen auf die ganze Tageszeit gleichmäßig vertheilten Abfluß des Gemenges in den Abfallwassercanal zu vermitteln geeignet sind. Hierbei wird es sich anempfehlen, mehrere solcher Sammelreservoirs anzulegen und mindestens eines derselben mit einer öfter zu erneuernden Beschickung von porösem Kalkstein zu versehen oder einen directen Zusatz von Kalkmilch bei nachfolgender Sedimentation anzuwenden, so daß die in der Abfallflüssigkeit noch vorhandenen Säuren Gelegenheit zur Neutralisation finden.

Die Ableitung bezw. der Abfluß der Abfallflüssigkeiten aus den einzelnen Sammelreservoirs in das nächste bezw. in den Abflußcanal soll mittelst Syphons und zwar so erfolgen, daß die oberste Schicht der Flüssigkeit, welche möglicher Weise noch aufschwimmende Erdölreste führen kann, unberührt bleibt.

Bei Wahl einer solchen Abfluß- und Entsäuerungsvorrichtung kann die Ableitung der Abfallwässer durch einen Retourcanal erfolgen und ist im Interesse der Erzielung eines möglichst günstigen Vermischungsverhältnisses des Abfallwassers mit dem Flußwasser dadurch zu erzielen, daß die Ausleitung im Flußbette mittelst eines am Flußgrunde befestigten und gehörig versicherten Rohres, das dann anstandslos aus Eisen gewählt werden kann, zu erfolgen habe.

Um endlich noch Beimischungen von Destillat und Destillatrückständen zu dem Kühlwasser ganz zu vermeiden, werden außer sorgfältigem Dichthalten aller Rohrstränge, Hähne, Ventile ꝛc. in die Kühlwasserableitungen mehrere Syphons eingeschaltet, welche es ermöglichen, solche Verunreinigungen des Wassers zurückzuhalten.

Daß sämmtliche sonstige Betriebsabfälle, insbesondere die Reinigungssäure, dann die Rückstände der Aetznatronlösung, ebenso die Aschen und Schlacken der Feuerungen, sowie endlich etwaige Destillationsrückstände bezw. Destillatantheile nicht in das Abfallwasser gelangen dürften, ist selbstverständlich und ist für eine anderweitige Abfuhr Sorge zu tragen.

Bei günstiger Wahl des Terrains ist auch die Abfuhr der Fabrikwässer eine viel leichtere durch Benutzung des freien Gefälles. Neben Betoncanälen werden seltener Steinzeug oder Eisenröhren verwendet, die aber nicht so dauerhaft und viel theurer sind. Sorgfältig durchgeführte Canalisationen findet man aber bis

heute nur in wenigen Fabriken, in den meisten Raffinerien werden die Abwässer in offenen Gräben dem nächsten Flußlaufe zugeführt, oft auch direct zum Versickern gebracht. Auch die Abfallsäuren werden in primitivster Weise in die Erde eingegraben.

Daß diese Betriebsart eine in jeder Beziehung verwerfliche ist und nur durch die örtliche Lage entschuldigt werden kann, ist ohne Weiteres begreiflich, denn sie hat gänzliche Verunreinigung der Nutz- und Speisewässer zur Folge. Die Verluste an Oel sind hierbei nicht unwesentliche und schließlich ist auch das hygienische Moment wesentlich beeinflußt.

Anlage.

Die Anordnung und Eintheilung der einzelnen Betriebsanlagen einer Mineralölfabrik betreffend, unterscheiden wir die folgenden Haupttheile:

1. Die Sammelgefäße für die Rohwaaren, das Halb- und Ganzfabrikat.
2. Die Maschinenanlage, bestehend aus den Pumpen, Montejus und der Dampfkesselstation 2c.
3. Die eigentliche Destillationsanlage mit den Destillirkesseln für Rohöl, Rückstand 2c., der dazu gehörigen Kühlvorrichtung und den Sammelgefäßen für Destillate.
4. Die Raffiniranlage für Petroleum und Schmieröle, bestehend aus den Agitatoren, Filtern, Pfannen 2c. und endlich
5. die Füll- und Expeditionsgebäude.

Dies stellt gleichzeitig die natürliche Gruppirung auf dem Fabriksterrain dar, hierdurch wird ein vortheilhaftes Arbeiten mit den zu einander gehörigen Apparaten ermöglicht und den Bedingungen für die Sicherheit Genüge geleistet.

Bei der Neuanlage einer Fabrik wird man daher am besten so vorgehen, daß die sub 1 bezeichneten Vorrathsbehälter für die Rohwaaren 2c. am höchsten und entferntesten Punkte des Terrains gelegen sind, wodurch erreicht werden kann, daß die Destillirkessel und eventuell auch die Raffinirapparate sowie die Füllstation direct durch ein freies Gefälle mit dem Oel versorgt werden, der möglichst entfernteste Punkt für die Aufstellung soll schon deshalb gewählt werden, da die Behälter resp. deren Inhalt eine Gefahr für die anderen Apparate bilden. Eine solche Wahl ist um so leichter möglich, nachdem diese Reservoirs nur durch Rohrleitungen mit den anderen Stationen verbunden sind und keine weitere Bedienung erfordern. Man wird die Behälter am besten in der Weise anlegen, daß man sie zur Ausnutzung des Terrains möglichst in einer Reihe oder in einer regelmäßigen Form gruppirt, um so an Rohrleitungen zu sparen und gleichmäßiger manipuliren zu können. Die Reservoirs werden, wenn sie freistehend sind, mit Stiegen, am besten eisernen, versehen und durch eben solche Gallerien mit einander verbunden. Auf felsigen oder sandigen Untergrund werden sie direct auf demselben aufgestellt, ohne jede Untermauerung, als Unterlage wird nur ein Bretterboden benutzt. Nur bei lehmigem Boden oder bei Flugsand ist es rathsam, die Reservoirs zu untermauern, in allen anderen Fällen ist dies ganz überflüssig,

da der Boden selbst genügende Sicherheit für die Stabilität der Reservoirs bietet und die Befürchtung eines Durchsickerns von Oel durch den Boden schon deshalb hinfällig ist, da sich im Reservoir stets eine genügend hohe Wasserschicht am Boden befindet, gewöhnlich herrührend von mechanisch mitgerissenem Wasser im Oel, vermehrt noch durch direct hinzugepumptes. In der Regel reicht diese Wasserschicht sogar bis zur Ablaßvorrichtung am Reservoir, nachdem der Raum von dieser bis zum Boden, als ein todter und ganz unbenutzbarer, am besten mit Wasser gefüllt sein soll.

Die Maschinenanlage sub 2 besteht in der Regel nur aus einer Pumpenanlage, in Verbindung mit ihr stehen die Montejus, die Behälter für die Säure und Lauge, warmes Wasser und eventuell ein Hochreservoir für kaltes Wasser.

Alle diese Apparate werden möglichst in einem oder neben einander befindlichen Localen untergebracht sein. In nächster Nähe, aber in keinem Fall direct angebaut, befindet sich die Dampfkesselanlage. Der erzeugte Dampf wird in weiten, sehr gut isolirten Röhren zur Maschinenanlage rc. geleitet.

In der Natur des Betriebes liegt es, wie schon wiederholt erwähnt, daß derselbe größtentheils durch Pumpen rc. erhalten wird. Die Füllung und Entleerung der Behälter, der Destillirkessel, Destillatreservoirs, der Raffinirapparate und Pfannen rc. geschieht zweckmäßig nur durch Pumpen. Es wird sich daher empfehlen, der ganzen Anlage eine radiale Form zu geben, deren Centrum die Maschinenanlage bildet. Denn die Centralisirung, wenigstens der Hauptprocesse, im Betriebe ist unter allen Umständen empfehlenswerth. In dieser Centralstation sind die Pumpen für die Rohwaare, die Destillate, die Raffinaden, dann die Wasserpumpen und endlich die Luftmisch- und Compressionspumpen situirt. Nur jene Pumpen, die nur für gewisse Phasen des Betriebes verwendet werden, zum Beispiel die Pumpen für die Rückstandsförderung von den Rohölkesseln in die Rückstand- und Schmierölkessel, werden am besten in der Nähe der betreffenden Anlage postirt.

Die Pumpen- und Maschinenanlage in einem lichten, feuersicher (Eisendach) gedeckten Locale untergebracht, soll genügenden Raum besitzen zur bequemen Manipulation mit den Pumpen.

Von einer gemeinsamen Hauptdampfleitung zweigen die einzelnen Dampfeinströmungsrohre zu den Pumpen ab. Alle Verbindungen, Hähne der Saug- und Druckleitungen haben bei den Pumpen im Raume selbst zu sein, damit eine übersichtliche Controle jederzeit möglich ist. Daß außerdem Dampfverbindungen mit den Saug- und Druckleitungen vorhanden sind, ist selbstverständlich, um das Gefrieren und Stocken der Flüssigkeiten im Winter zu verhüten.

Da die Montejus für die Förderung von Chemikalien in unmittelbarem Zusammenhange mit den Luftcompressoren stehen, werden sie in nächster Nähe derselben aufgestellt. Zum Montejusbetrieb gehören mindestens zwei Apparate, der eine für Schwefelsäure, der andere für concentrirte Laugen, besonders wenn die Fabriksdisposition eine solche ist, daß von der Centralmaschinenstation sowohl die Raffinirapparate für Petroleum als auch für Schmieröl bedient werden können.

Empfehlenswerth ist es, die Montejus vertical in die Erde einzulassen und von allen Seiten zugänglich zu machen, um Undichtigkeiten sofort zu

erkennen; von liegenden oberirdischen Montejus ist abzurathen, da die Folgen einer Explosion für die Umgebung bedeutend gefährlichere sind. Die Montejus haben Sicherheitsventile zu tragen, die bei einem Ueberdruck von $2^1/_2$ bis 3 Atmosphären abblasen. In vielen Fabriken wird der Säuremontejus ausgebleit; die Ansichten über den Werth des Ausbleiens sind sehr getheilt; thatsächlich halten ungebleite Montejus, wenn keine verdünnte Säure hineinkommt, zwei bis drei und mehr Jahre anstandslos, während ausgebleite auch schon in vier bis fünf Jahren Reparaturen zu unterliegen pflegen.

Wenn man berücksichtigt, daß die Bleihülle, die eigentlich einen zweiten Montejus darstellt, schon in vier bis fünf Jahren gewechselt werden, oder zu mindest großen Reparaturen unterzogen werden muß und ihrem Preise nach durch zwei eiserne ersetzt werden kann, so ist es natürlich, daß man sich der Ansicht derjenigen anschließt, die gegen die kostspielige Verwendung des Bleischutzes sind, und diese Betrachtungen gelten für alle jene Gefäße, die zur Aufbewahrung 2c. von concentrirter Schwefelsäure dienen.

Im Montejusraume befinden sich die Reservoirs für die Vorrathssäure und für die aufgelösten Laugen, für das warme Wasser 2c. Man stellt sie genügend hoch auf, damit ein directer Abfluß in die Montejus möglich ist.

Die zum Gesammtbetriebe nothwendige Dampfmenge wird in den Dampfkesseln erzeugt, wobei wohl zu unterscheiden ist der Dampf, der benöthigt wird für die Betriebsmaschinen, für die Kochpfannen, Dampffilter 2c. und der zweckmäßig in der Centraldampfkesselstation erzeugt wird, und derjenige Dampf, der zur Unterstützung der Destillation, zur Erzeugung von Schmieröl verwendet wird. Letzterer soll in unmittelbarer Nähe der Schmieröldestillation erzeugt werden.

Im Wesen der Petroleumfabrikation liegt es, abwechselnd viel und rasch Dampf zu erhalten; es werden sich daher Kessel, in denen rasch Dampf erzeugt werden kann, am besten empfehlen. Es sind dies gewöhnlich Röhrenkessel oder combinirte Flammrohr- und Siederohrkessel mit entsprechenden Ueberhitzapparaten zur Trocknung des Dampfes. Für eine mittlere Betriebsart von 200 000 bis 300 000 m-Ctr. Rohöl genügen vollständig drei Dampfkessel, von denen einer als Reserve dient, mit einer Heizfläche von je 100 bis 120 qm. Da eine besonders hohe Spannung des Dampfes für die Betriebsart nicht nothwendig ist, können Kessel mit einer Maximalspannung von 5 bis 6 Atmosphären anstandslos verwendet werden.

Die dritte Station besteht aus der eigentlichen Destillationsanlage. Diese theilt sich in die eigentlichen Rohölkessel, die batterieweise angeordnet sind, mit den dazu gehörigen Kühlvorrichtungen, Destillatvertheilern und endlich Destillatreservoirs.

Dieser Gruppe schließt sich an, in unmittelbarer Nähe die Rückstandskesselanlage mit einer ähnlichen Kühlung, der Destillatvertheilung 2c. und endlich als dritte Gruppe die Schmieröldestillation, die aber, wenn mit Luftkühlung gearbeitet wird, gesondert aufgestellt werden kann.

Die Rohölkesselanlage besteht aus einer Batterie neben einander liegender Kessel, zum Schutze der Einmauerung und des Heizerstandes mit einem

Flugdach versehen. Die Unterbringung in einem geschlossenen Hause ist unter keinen Umständen zulässig, schon der Feuersgefahr wegen; ebenso entschieden abzurathen sind aber ganz ungeschützte Kesselanlagen, da diese durch die Witterungsverhältnisse sehr beeinflußt werden. Wenn möglich, soll die Füllung der Kessel von einem höher liegenden Reservoir aus erfolgen, das sich in unmittelbarer Nähe der Kessel befindet und entweder direct von den Hauptsammelgefäßen oder durch die im Maschinenraume befindliche Rohölpumpe gespeist wird. Die Rohölkessel sind mit gemeinsamen Füll- und Dampfleitungen versehen, die sich der ganzen Kessellänge nach erstrecken; die Ablaßleitung für den Rückstand ist ebenfalls eine gemeinsame, letzterer fließt durch eine Rohrleitung mit Gefälle, passirt eine Kühlvorrichtung, in welcher er entweder durch Wasser oder Rohöl abgekühlt wird, und gelangt direct in die tiefer liegenden Rückstands- (Crack) oder Schmierölkessel. Gestatten es die Terrainverhältnisse nicht, daß die letztgenannte Kesselanlage zur Ausnutzung des Gefälles tiefer angelegt werde, dann fließt der Rückstand in unterirdische Reservoirs und wird von hier durch Pumpen, seltener durch Montejus weiter gefördert.

Auch die Rückstandskessel, gewöhnlich stehende, werden batterienweise angeordnet und gewöhnlich zur Ausnutzung einer gemeinsamen Esse oder Kühlvorrichtung ꝛc. in gleicher Linie oder parallel mit den Rohölkesseln aufgestellt.

Bei dieser Anordnung wird, wie leicht begreiflich, an Heizmaterial und Arbeitskraft viel gespart.

Unter allen Umständen tiefer liegen müssen die Sammelgefäße für die Destillate, damit letztere durch freies Gefälle aus der Kühlvorrichtung und durch die Destillatvertheilungsanlage direct in die Gefäße fließen können.

Die dritte Gruppe dieser Anlage wird durch die Schmieröldestillation gebildet. Da in allen modern eingerichteten Fabriken die Luftkühlung in Combination mit dem Vacuum in Verwendung steht, kann diese Anlage unabhängig von der übrigen Destillation aufgestellt werden. Nur dort, wo der zur Destillation nothwendige Dampf aus der gemeinsamen Dampfkesselanlage entnommen wird, muß sich die Schmieröldestillation in unmittelbarer Nähe derselben befinden, um eine Abkühlung des Dampfes möglichst zu verhüten, in der Regel wird aber anstoßend an die Destillation selbst, der Dampfkessel aufgestellt, der die nöthige Dampfmenge zu liefern hat. Zweckmäßig ist es, eine gemeinsame Anlage für die Destillatreservoirs der Rückstands- und Schmierölkessel einzurichten, indem gewisse Antheile von beiden Destillationen, die leichtflüchtigsten, anstandslos vereinigt werden können.

Die Raffination bildet gleichfalls eine für sich selbstständige Anlage. Sie besteht aus den Petroleum- und Schmierölagitatoren. Beide befinden sich möglichst in der Mitte der Fabriksanlage, in nächster Nähe der Pumpenstation. Es ist dies von großer Wichtigkeit; da ja der ganze Raffinirproceß, die Beförderung der Oele, Chemikalien, des Wassers, der Luft ꝛc., nur vom Maschinenhause geleitet wird. Wenn es die Terrainverhältnisse gestatten, sollen die Raffinirapparate tiefer als die Destillatreservoirs liegen; ist es nicht möglich, daß die Agitatoren tiefer als die Destillatreservoirs liegen, dann sollen sie so hoch an-

gelegt werden, daß von ihnen ein freier Fall durch alle Apparate bis zur Füllstation ermöglicht wird.

Die Agitatoren für das Petroleum können im Freien aufgestellt werden, dagegen die Filter, Bleicher und Füllreservoirs in leichten Gebäuden.

Die Schmierölagitatoren und alle mit denselben in Verbindung stehenden Apparate, Dampffilter, Pfannen ꝛc. müssen in vollkommen geschlossenen Gebäuden untergebracht werden, da das Arbeiten bei möglichst gleichmäßigen und hohen Temperaturen unerläßlich ist.

Es erübrigt noch die Füll- und Expeditionsstation zu besprechen. Diese wird zweckmäßig an der Peripherie der Anlage situirt, und zwar bei Bahn- oder Schiffsanlage in der Nähe des Geleises resp. des Hafens, damit für die bequemste Zufuhr der Gebinde, Materialien ꝛc., ebenso für Abfuhr der fertigen Waare gesorgt ist. Auch aus Sicherheitsrücksichten muß diese Station möglichst weit von anderen Fabriksgebäuden sein. Am besten thut man, wenn man bei dieser Station Böttcherei, Leimerei und Trocknerei der Fässer in einem Raume unterbringt, in unmittelbarer Nähe derselben die Faßwäscherei aufstellt, so daß die angelangten Fässer sofort alle Phasen durchmachen können, anstoßend daran die Anstreich- und Füllstation und das eigentliche Expeditionslocal. Wenn möglich, soll diese Station an dem tiefsten Punkte des Terrains situirt sein, damit die fertige Waare aus den Agitatoren resp. Klärpfannen und Füllreservoirs einen directen Abfluß zur Füllstation hat. Geht dies nicht gut an, dann müssen wenigstens die Reservoirs für die fertige Waare hoch genug situirt sein, daß von ihnen aus direct gefüllt werden kann.

Es sind dies die wesentlichen Momente, die für die Gruppirung der einzelnen Apparate angeführt wurden. Begreiflich ist aber, daß die örtliche Lage, die Betriebsart und viele andere Umstände die jeweilige Anordnung bedingen.

Verbindungen und Rohrleitungen.

Nachdem die ganze Betriebsart aus einem Fördern der Flüssigkeiten besteht, geschieht die Verbindung der Apparate unter und mit einander nur durch Rohrleitungen. Die Qualität und Form der Rohre ist verschieden, als einziges wichtiges Moment läßt sich Folgendes hervorheben: Die Rohrleitungen sollen in erster Linie so gelegt werden, daß bei jeder Veränderung des Betriebes auch diese leicht umgeändert werden können, daß sie ferner an allen wichtigen Stellen, besonders den Verbindungsstellen, leicht zugänglich sind, damit Undichtigkeiten ꝛc. leicht behoben werden können, und endlich sollen sie aus einem solchen Material erzeugt werden, das verhältnißmäßig billig und dennoch widerstandsfähig ist.

Die Rohrleitungen einer Mineralölfabrik theilen sich in fünf Gruppen:

a) für die Dampfleitung;
b) für die Wasserleitung;
c) für die Oelleitung;
d) für die Luftleitung;
e) für die Chemikalienleitung.

a) Die **Dampfleitungen** werden am zweckmäßigsten oberirdisch geführt, bei genügend gutem Wärmeschutz ist dies unter allen Umständen empfehlenswerth, denn die Ansicht, daß die unterirdische Anbringung von irgend welchem Vortheil sei, ist eine irrige; der Condensationsverlust ist kein wesentlich geringer und dabei sind die oft sehr großen Undichtigkeiten an den Verbindungsstellen viel schwerer zu erkennen. Ein nicht minder wichtiger Umstand ist, möglichst für jede Betriebsanlage eine directe Dampfleitung von dem Kessel zu benutzen, damit Störungen einer Betriebsanlage nicht die der anderen zur Folge haben.

Da die Dampfleitungen größtentheils im Freien liegen, ist die Einschaltung von Compensationsrohren und Condensationstöpfen empfehlenswerth, ja sogar unerläßlich; für die Hauptleitungen über 100 mm eignen sich patentgeschweißte oder genietete Blechrohre, für Dimensionen unter 100 mm genügen die gewöhnlichen schmiedeisernen Gasrohre. Dampfleitungen sollen überall hingeführt werden, in dem Maschinengebäude von der Hauptdampfleitung, neben den Abzweigungen für die Pumpen und Maschinencylinder ꝛc. werden Verbindungen mit den Saug- und Druckrohren aller Pumpen hergestellt. Es ist dies von nicht zu unterschätzender Bedeutung für den Betrieb, da nur auf diese Weise Störungen durch das Gefrieren der Flüssigkeiten in den Leitungen und Reservoirs leicht behoben werden können. Außerdem sollen eigene Dampfleitungen für jedes geschlossene Local, für jedes Reservoir, für die Druckleitungen der Wasserpumpen vorhanden sein, damit, im Falle eines Feuers, dasselbe leicht erstickt werden kann. Die Verbindung mit den Druckleitungen der Wasserpumpen ist aus demselben Grunde von Vortheil, weil mit mehr Erfolg statt des Wassers Dampf zu Löschzwecken verwendet werden kann. Neben den directen Dampfleitungen für die Oelsammelgefäße sind auch Dampfschlangen in denselben anzulegen, um ein Stocken der Oele zu verhüten.

b) Die **Leitungen für die Wasserbeförderung** werden zweckmäßig unterirdisch in frostfreier Tiefe gelegt. Für die Wahl der Form ꝛc. der Rohre lassen sich keine Normen geben, indem dieselbe von den örtlichen Verhältnissen abhängt. Bei der Anwendung von Rohrleitungen werden am besten solche mit möglichst großem Durchmesser gewählt und eignen sich vorzugsweise gußeiserne Muffenröhren dazu. Wo die Leitungen im Freien liegen, müssen sie gegen Frost geschützt werden, und aus Betriebs- und Sicherheitsrücksichten gleich wie die für Dampf sich nach allen Richtungen erstrecken. In jedem Local und Apparat sollen von außen regulirbare Apparate angelegt sein; Hydranten an den feuergefährlichsten Punkten, Magazinen, Faßlager ꝛc., vorhanden sein. Die Hähne und Ventile werden am besten aus Metall gewählt, da diese viel widerstandsfähiger gegen Frost als die gußeisernen Hähne sind, die leicht springen.

c) Aus der Betriebsart ergeben sich die Mengen, Dimensionen ꝛc. der **Oelleitungen**, so daß über diese nicht viel gesagt werden kann, nachdem sie je nach der Größe des Betriebes und der Art verschieden sind. Allgemein läßt sich nur sagen, daß es zweckmäßig ist, mit Saug- und Druckrohren von großem Durchmesser zu arbeiten, weil hierdurch der Betrieb bedeutend verbilligt und beschleunigt wird.

Die unterirdischen Saugleitungen sollen so kurz als möglich sein, das heißt die Reservoirs ꝛc. in der Nähe der Pumpen situirt sein, die Druckleitungen können

oberirdisch geführt werden, als Material eignen sich schmiedeiserne Rohre am besten und zwar bis zu Dimensionen von 100 mm, darüber hinaus sind Blechrohre zu nehmen.

Zur Verhütung von Undichtigkeiten, die bei der Anwendung von Verbindungsstücken (Knien, Bogen, T-Stücken ꝛc.) unvermeidlich sind, giebt man den Rohren, wo dies möglich ist, die gewünschte Form durch entsprechendes Biegen.

Da die Oelleitungen oft aus Betriebsrücksichten verändert werden müssen, empfiehlt es sich, sie mit Flantschen zu verbinden, statt der gewöhnlichen Muffenverbindungen. Man ist hierdurch jederzeit in der Lage, ein beliebiges Stück der Rohrleitung und an beliebiger Stelle ausschalten und umändern zu können, ohne hierdurch die Stabilität der Gesammtleitung zu stören. Bei Muffenverbindungen geht dies nicht gut an, indem zur Ausschaltung eines Rohrstranges derselbe aus der Muffe ausgedreht werden muß, hierdurch auch die anderen Theile gedreht und so die Verbindungen gelockert werden.

d) Die Luftleitung, die zu den Agitatoren, Lufttrockenapparaten ꝛc. führt, wird gewöhnlich oberirdisch angelegt, die Rohre werden in großen Dimensionen genommen, um eine Reibung der Luft, die dadurch erwärmt würde, zu verhüten. Da Störungen durch Undichtigkeiten ꝛc. weniger gefährlich sind, kann man diesen Leitungen eine beliebige Form und Verbindung geben. Mit Vortheil läßt sich die Luftleitung (für erwärmte Luft) mit den Ablaßleitungen der Destillirkessel, um den Rückstand ausdrücken zu können, verbinden; da der Rückstand im Winter leicht stockt und Dampf zur Erwärmung desselben nicht gut anwendbar ist, wird erwärmte Luft hierzu verwendet.

e) Die Chemikalien (Schwefelsäure und Lauge) werden am besten durch schmiedeiserne Rohrleitungen montejusirt. Die Erfahrung lehrt, daß letztere den Bleirohren vorzuziehen sind. Die Ansicht, daß eiserne Rohre weniger widerstandsfähig sind, ist eine entschieden falsche, da concentrirte Säuren dieselben nur wenig angreifen, und nur an den Verbindungsstellen Corrosionen erfolgen. Gußeiserne Röhren sind wohl noch widerstandsfähiger als schmiedeiserne, aber weniger handlich als letztere. Von der Verwendung der Bleirohre für den Montejusbetrieb ist abzurathen, da bei Anwendung eines geringsten Ueberdruckes Risse und damit die unangenehmsten Störungen im Betriebe stattfinden können, endlich auch aus ökonomischen Gründen sind die Eisenrohre vorzuziehen, da sie viel billiger und leichter sind.

Die richtige Wahl der Qualität der Rohre und deren Dimensionen ist sowohl für den Betrieb selbst als auch für die Rentabilität der Anlage von Bedeutung, denn bei einer richtig angelegten Fabrik betragen die Rohrleitungen nahezu ein Fünftel des Gesammtanlagecapitals.

Die Größe des Betriebes, die räumliche Ausdehnung der Anlage und die Sicherheitsrücksichten sind hierfür ausschlaggebend. Unnöthige Ersparungen in Röhren und deren Dimensionen können auf den Betrieb in jeder Richtung hemmend wirken. Als allgemeiner Grundsatz läßt sich immer aufstellen, daß die Apparate, Reservoirs ꝛc. mit den nothwendigen Rohrleitungen versehen sein müssen, damit Störungen einer Station die anderen nicht hemmen, und die Maschinen und Apparate ihrer vollen Leistungsfähigkeit nach ausgenutzt werden. Selbst noch

so große Reservoirs und Kessel, Pumpen mit genügenden Saug- und Druckkolben werden unökonomisch arbeiten, wenn ihnen nicht richtig dimensionirte Rohrleitungen angepaßt werden.

Neben den besprochenen Leitungen findet sich in der Regel eine Leitung für Gas zu Beleuchtungs- und Beheizungszwecken.

Die Ansichten über die Beleuchtungsart von Mineralölfabriken sind getheilt. In einigen geschieht die Beleuchtung mit elektrischem Licht oder mit den gasförmigen Producten der Destillation; in vielen Fabriken findet nur Petroleumbeleuchtung statt. Gänzlicher Mangel einer Beleuchtung ist entschieden ungehörig. Da sich die ganze Anlage auf ein großes Territorium erstreckt, ist die Platzbeleuchtung mit Bogenlampen, Gaslaternen ꝛc. nothwendig. Innenbeleuchtung ist in keinem Local anwendbar und sollen geschlossene Locale, Magazin, Maschinenhaus ꝛc., mit Reflectoren beleuchtet werden, oder wo dies die räumlichen Verhältnisse nicht gestatten, sind in die Wand eingelassene Brenner, die nach dem Inneren der Locale hermetisch geschlossen und nur von außen zugänglich sind, zu verwenden.

Unter den erwähnten Beleuchtungsarten ist die beste und sicherste die elektrische Beleuchtung, doch empfiehlt sich aus ökonomischen Gründen die Gasbeleuchtung am allerbesten, da diese fast keine Betriebskosten erfordert und nur die Anlage als solche verzinst und amortisirt werden muß.

Anlagekosten.

Mit den örtlichen Verhältnissen, den Einheitspreisen der Rohmaterialien und der Bauart ändern sich die Anlagekosten einer Fabrik. Doch läßt sich im Allgemeinen sagen, daß mit vermehrter Betriebsfähigkeit der Coefficient resp. das Verhältniß zwischen dem Anlagecapital und der Größe der Fabrik wesentlich vermindert wird. Im Nachfolgenden seien die Werthe angegeben, wie hoch sich die Anlage einer Raffinerie im Bakudistricte stellt [1]).

Das ganze Terrain des Bakudistrictes der schwarzen Stadt (Tschorny-Gorbog), auf dem die Fabriken erbaut sind, gehört der Stadt Baku und die Fabriksbesitzer miethen von der Gemeinde etwa 50 × 40, 40 × 40 Sachens (1 Sachen = 2,134 m) große Theile. Die durchschnittliche Miethe beträgt 100 Rubel [2]) per 1000 Quadratsachen (1 Quadratsachen = 4,55 qm), und da eine Fabrik mittlerer Größe, die per Jahr etwa 100 000 Pud [3]) Kerosin erzeugt, gegen 1000 Quadratsachen Raum einnimmt, beträgt die Miethe für ein Pud Kerosin 0,1 Kopeke nebst einem sogenannten Werthzins (ozenotschni) von 0,15 Kopeken per Pud.

Als Baumaterial für Baku und die „Tschorny-Gorbog“ wird ein weicher Muschelkalk und als Bindemittel Lehm, nur in seltenen Fällen Kalk, welcher hier sehr theuer ist, verwendet. Letzterer wird hauptsächlich in Surachani auf den heiligen Feuern gebrannt und ein Pud desselben sammt Zustellung nach Baku kostet

---

[1]) B. Ragosin: „Die Naphta und Naphtaindustrie.“ — [2]) 1 Rubel (Papier) zur Zeit 2 bis $2^1/_2$ Mk.; 1 Kopeke ca. 2 bis $2^1/_2$ Pfg. — [3]) 1 Pud = 16,36 kg.

10 Kopeken. Die Arbeit zur Aufstellung der Wände kostet 4 bis 5 Rubel per Quadratsachen, mit dem Material 8 bis 10 Rubel, wenn Lehm, und 12 Rubel, wenn Kalk als Bindemittel genommen wird. Gewöhnliche Fabriksbauten mit flachem Dach, Pappendach, einfachen Fenstern und Thüren kosten ca. 18 Rubel per Quadratsachen. Ein Gebäude zur Petroleumraffination mit 5 Sachen Länge, 3 Sachen Breite und 2 Sachen Höhe wird exclusive der Fenster und Thüren auf 32 × 18 = 576 Rubel kommen. Da im Allgemeinen eine Fabrik dieser Productionsfähigkeit für sämmtliche Gebäude gegen 500 Quadratsachen Steinbauten besitzt, so werden diese auf 9000 Rubel kommen.

Die Kosten der Einmauerung einer Blase variiren je nach der Größe derselben. Für einen Kessel mit einem Inhalt z. B. von 300 Pud muß man gegen 8000 gewöhnliche Ziegelsteine (1000 Stück à 18 Rubel) und 150 feuerfeste englische Ziegelsteine (150 Stück kosten 35 Rubel) verwenden; Kalk und Steine für das Fundament gleich 20 Rubel, Lehm 10 Rubel, Winkel- und Schieneneisen 10 Rubel und für die Arbeit 30 Rubel. Es kostet daher die Einmauerung eines Kessels inclusive Material etwa 250 Rubel.

Die Destillirkessel werden jetzt ausschließlich aus Schmiedeisen und nur der Helm, das Mannloch und die Deckel aus Gußeisen erzeugt. Der Preis in Baku per Pud beträgt 8 Rubel, so daß ein Kessel mit 300 Pud Inhalt, der ungefähr 130 Pud wiegt, 1040 Rubel kostet; Helm, Deckel, Hähne &c. gegen 150 Rubel. Ein gußeiserner Schlangenkühler (in Baku sehr verbreitet) mit 16 Windungen, gegen 100 Pud schwer, kostet 400 Rubel (ein Pud Gußeisen inclusive Arbeit 4 Rubel). Es kostet also ein Destillirkessel inclusive Kühler in Baku 1500 bis 1600 Rubel. Für eine Fabrik, die 100 000 Pud Kerosin jährlich erzeugt, sind drei solche Destillirkessel nothwendig.

Die Destillatreservoirs werden in mehr oder weniger gut eingerichteten Fabriken aus Eisen in Form von Kasten hergestellt, deren Inhalt der Ausbeute an Destillat aus einem Kessel entspricht. Für einen Kessel z. B. mit 300 Pud Inhalt wird ein Reservoir mit 150 Pud Inhalt, 4 Arschinen [1]) lang, 2 Arschinen breit und 1 Arschine tief benutzt. Eine Cubikarschine faßt 15 Pud Kerosin. Ein Kasten in diesen Dimensionen kostet 240 Rubel und wiegt ca. 28 Pud.

Für das Rohöl sind zwei Reservoirs nothwendig, eines als Vorrathsreservoir, das andere, etwas höher gelegene, wie die Destillirkessel gebaut, um den täglichen Bedarf für die Destillation zu decken. Beide Reservoirs haben je 1000 Pud Inhalt, und da in der Praxis die Reservoirs mit 1 Rubel per Pud Inhalt bezahlt werden, so kostet ein Reservoir etwa 1000 Rubel. Die Naphta wird vom unteren in das obere Reservoir gepumpt und von hier aus durch freien Fall in die Kessel vertheilt. Wenn in einer Fabrik mehrere Kessel vorhanden sind, so wird für jeden ein eigenes Destillatreservoir gemacht, außerdem wird ein gemeinsames für alle Kessel benutzt, in das das Gesammtproduct einer Destillation hineinkommt. Von diesen gemeinsamen Reservoirs kommt das Destillat in die Reiniger.

Der Mischapparat für Säure mit gußeisernen Kreuzstücken, an welchen durchlöcherte, eiserne Schaufeln angeschraubt sind, mit einem Inhalt von 250 Pud

---

[1]) 1 Arschine = 0,7112 m.

Kerosin, kostet 400 Rubel. Zum Laugen werden in kleineren Fabriken Holzbottiche mit hölzernen Schaufeln verwendet, welche für 250 Pud Inhalt etwa 150 Rubel kosten.

Die Klärgefäße werden in größeren Fabriken aus Eisen in Kastenform und in kleineren aus Holz gemacht. Der Preis der ersteren stellt sich wie für die Destillatgefäße, und die hölzernen Bottiche kosten 25 Rubel per Stück.

Somit kostet eine Fabrik gewöhnlicher Type mit allen dazu gehörigen Apparaten ꝛc. zur Production von 100 000 Pud jährlich gegen 20 000 Rubel.

Die Administrationsspesen einer solchen Fabrik betragen ungefähr 4400 Rubel, also etwas mehr als 4 Kopeken per Pud.

Diese Ziffer für Administration variirt aber innerhalb sehr großer Grenzen, indem sie in kleineren Fabriken bis 3 Kopeken, in größeren bis 20 Kopeken steigt.

Diese Berechnungen für kleinere Fabriken beziehen sich lediglich auf die Verhältnisse im Kaukasus und stimmen die Verhältnißzahlen nur annähernd mit denen amerikanischer und continentaler Fabriken. So stellen sich die Baukosten einer mittleren Raffinerie, die auf die jährliche Verarbeitung von 250 000 bis 300 000 m-Ctr. eingerichtet ist, wie folgt. Hierbei wird angenommen, daß die Rohöle ca. 70 Proc. Essenz und Petroleum geben, die theilweise bei der ersten Destillation, theilweise durch das Cracken gewonnen werden. Die Rückstände werden auf Mineralschmieröle ꝛc. verarbeitet.

Die wesentlichen Apparate bestehen aus fünf Rohöldestillirblasen mit einer Gesammtcapacität von 2500 hl, mit den dazu gehörigen Destillatsammelgefäßen, neun an der Zahl, mit einer Gesammtcapacität von 3600 hl. Zur Verarbeitung der Rückstände dienen Crack- und Schmierölkessel mit einer Gesammtcapacität von 800 hl und die dazu gehörigen Sammelgefäße mit ca. 2500 hl Fassungsraum.

Die Raffinirapparate für Petroleum sind auf eine Tageserzeugung von 1200 m-Ctr. gebaut und die Klär- und Füllgefäße haben etwa 5000 bis 6000 hl Capacität. Die für die Schmierölraffination nothwendigen Apparate bestehen aus den Agitatoren mit 400 hl Fassungsraum, den dazu gehörigen Pfannen, doppelwandigen Kesseln, Druckreservoirs, Centrifugen ꝛc.

Bei einem entsprechenden Waggonpark (100 Waggons) genügen Vorrathsbehälter für Roh- und Halbfabrikat mit einer Gesammtcapacität von 60 000 hl. Die zum Betriebe nothwendige Maschinenanlage besteht zunächst aus den Pumpen, und zwar für die Bewegung der Oele, Rohöl, Halbfabrikate, Schmieröl, Raffinade, Rückstand; Pumpen für die Wasserbeförderung, Luftcompressoren für das Mischen und Montejusiren; Lauge- und Säuremontejus und die dazu gehörigen Reservoirs und endlich die Dampfanlage mit einer Gesammtheizfläche von 400 bis 500 qm. Weitere Anlagen sind Werkstättemagazine, Binderei ꝛc.

Die Gesammtkosten einer solchen Fabrik belaufen sich rund auf 800 000 bis 1 000 000 Mark, wovon abzuziehen sind 300 000 bis 400 000 Mark für die Cisternenwaggons, so daß für die eigentliche Fabrik 500 000 bis 600 000 Mark verbleiben, die sich in der Weise vertheilen, daß 300 000 bis 400 000 Mark für die eigentlichen Apparate, Leitungen ꝛc. nothwendig sind und der Restbetrag für die Gebäude verwendet ist.

Bei einer Verarbeitung von 300 000 m=Ctr. und Gestehungskosten von 500 000 bis 600 000 Mark beträgt die Anlage per Metercentner 1,7 bis 2 Mark. Diese Zahlen gelten nur für eine gewisse Gegend und ändern sich selbstverständlich, je nach den örtlichen Verhältnissen, Einheitspreisen der Baumaterialien und Arbeitslöhne, nehmen aber, wie schon erwähnt, mit erhöhter Leistung bedeutend ab.

In der Natur des Betriebes liegt es, daß die Apparate einer starken Abnutzung unterworfen sind.

In der Regel erweist sich bei Destillirblasen ꝛc. die Nothwendigkeit einer Reparatur in der dritten und vierten Betriebscampagne. Aehnliches, wenn auch nicht in dem Maße, gilt für die Rohrleitungen und Maschinen; am widerstandsfähigsten sind die Reservoirs. Bei den Gebäuden gelten die allgemeinen Bedingungen über die Dauer derselben, mehr oder weniger beeinflußt durch ihre Qualität. Berücksichtigt man das oben Gesagte und zieht man die Zufälligkeiten der Zerstörung durch Feuer, Explosion ꝛc. in Betracht, so wird man am besten thun, wenn man für die Apparate, Leitungen, Maschinen ꝛc. eine fünfjährige Abnutzungsperiode annimmt und mit einer 20 procentigen Amortisationsquote rechnet.

Für die Gebäude dagegen mit einer zehnjährigen Abnutzung, somit einer 10 procentigen Amortisation.

Freilich bleibt es nicht unbenommen, mit geringeren Quoten zu arbeiten, um anscheinend die Rentabilitätsziffern zu erhöhen, resp. die Gestehungskosten der Waare herabzusetzen.

Die Gestehungskosten des Petroleums und der Oele selbst sind Ziffern, die nur für die jeweilige Betriebsanlage festgestellt werden können; sie ändern sich mit dem Preise der Rohwaare und der Ausbeute, mit dem Werthe der Rohmaterialien, dem Arbeitslohn und endlich mit der Amortisation und Verzinsung des Capitals.

Es kann in dem nachfolgenden Beispiele nur die Selbstkostenberechnung eines Roherdöles unter ganz besonderen Umständen gegeben werden.

Wenn wir den Preis eines solchen Oeles mit 8 Mark berechnen und eine 60 procentige Petroleumausbeute annehmen, so benöthigen wir zur Erzeugung von 100 kg Petroleum:

166 kg Rohöl à 8 Mark	13,28 Mark
Für Chemikalien, Schwefelsäure und Lauge	1,2 „
„ Heizmaterial	0,30 „
„ Arbeitslohn	1,00 „
„ Fastage ꝛc.	3,00 „
„ Amortisation, Administrationsspesen, Verzinsung ꝛc. .	0,60 „
	19,38 Mark

rund etwa 20 Mark. Davon wären abzuziehen bei einem 10 proc. Verlust 30 Proc. Rückstand, dessen Werth mit 4 Mark angenommen werden kann,

also 50 kg Rückstand	2 Mark
so daß für 100 kg Petroleum verbleiben	18 „

Arbeiter.

Nachdem der Betrieb lediglich auf einer Destillation und Beförderung von Flüssigkeiten beruht, ist die Zahl der Arbeitskräfte im Verhältniß zur Productionsmenge im Vergleiche mit anderen Industrieanlagen eine verhältnißmäßig geringe.

Der Destillationsbetrieb ist ein solcher, daß zwei, höchstens vier Aufseher, die sich ablösen, nothwendig sind. Zur Heizung können durchschnittlich auf zwei bis drei Kessel zwei Heizer, die sich gleichfalls ablösen, angenommen werden. Arbeitet man mit Forsunkaheizung, dann kann ein Arbeiter selbst fünf Kessel bedienen.

Für den Raffinationsbetrieb, sowohl des Petroleums wie der Schmieröle, genügen, unter obigen Voraussetzungen des Betriebsumfanges, fünf bis sechs Mann, für den Maschinenbetrieb sind neben dem Maschinenwärter zwei Dampfkesselheizer und ein bis zwei Hülfsarbeiter, zur Instandhaltung der Apparate, Gebäude ꝛc. sind drei bis vier Schlosser und Schmiede, zwei bis drei Maurer, je ein Zimmermann und Klempner nothwendig.

Die größte Arbeiterzahl wird für den Expeditionsbetrieb verwendet. Das Entladen der Waggons von Fässern, Materialien ꝛc., das Beladen mit fertiger Waare, die Reinigung der Fässer, deren Reparatur und Adjustirung und schließlich Füllung erfordert oft die vier- bis fünffache Menge des gesammten anderen Arbeiterstandes.

Bei einer durchschnittlichen Erzeugung von 150 000 bis 200 000 Barrels und bei regelmäßigem und ungestörtem Betriebe werden zur Saison 20 bis 25 Böttcher nothwendig sein, 15 Mann zum Dämpfen, Leimen und Adjustiren der Fässer, ebenso viel Leute zum Entladen und Beladen der Waggons und circa 10 Mann zum Füllen, Rollen und Wiegen der Fässer, hierzu gehören noch als Platz- oder Hofarbeiter 10 bis 15 Mann.

Sechstes Capitel.

Untersuchung.

Die Untersuchung der Leucht- und Schmieröle bezieht sich auf die Feststellung der physikalischen und chemischen Eigenschaften derselben mit Zuhülfenahme der verschiedensten Vorrichtungen und Apparate. In der Praxis begnügt man sich für die Werthbestimmung der Oele in der Regel mit der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften, wiewohl, und besonders bei exacteren Proben, die chemischen Eigenschaften nicht minder ausschlaggebend sind, denn diese beispielsweise die Schwefel- und Harzbestimmung, das Verhalten gegen Schwefelsäure und Lauge geben mit der physikalischen Beschaffenheit ein klares Bild über das Wesen und die Natur der zu prüfenden Oele.

Bei Feststellung der physikalischen Eigenschaften der Oele sind die nachfolgenden Untersuchungsmethoden auszuführen: Die Bestimmung des specifischen Gewichtes, die fractionirte Destillation, die Entflammbarkeit und Entzündbarkeit, Viscosität (Steigkraft im Docht), Farbe (colorimetrische Bestimmungen), photometrische Messungen (Lichtintensität) 2c.[1]).

Specifisches Gewicht.

Dasselbe bildet für die Beurtheilung der Oele einen sehr wichtigen Anhaltspunkt, da im Allgemeinen die specifischen Gewichte der Oele sich umgekehrt proportional ihrer Flüchtigkeit verhalten, und ist beim Bestimmen der ersteren ein Anhaltspunkt zur Constatirung der Brennbarkeit resp. Feuergefährlichkeit der Leuchtöle gegeben. Da die leichter siedenden Oele ein geringeres specifisches Gewicht besitzen als die Mittelöle, deutet ein niederes specifisches Gewicht auf Beimischung ersterer, also auf eine zu hohe Feuergefährlichkeit hin, ein zu hohes specifisches Gewicht dagegen auf eine größere Quantität schwerer, hochsiedender Oele, die die geringere Steigkraft im Dochte unserer Lampen verursachen und eine geringere Leuchtkraft zur Folge haben. Die Bestimmung des specifischen Gewichtes allein ist jedoch nicht genügend zur Beurtheilung eines Oeles, denn man ist im Stande, ein Product von mittlerem specifischen Gewicht durch Mischen

---

[1]) Dieses Capitel lehnt sich, mit gütiger Erlaubniß des Verfassers, vollkommen an das entsprechende von C. Engler verfaßte Capitel in Post's chem.-techn. Analyse, Bd. 1, Lieferung 2 (Kohlenwasserstoffe und Fette) an.

ganz schwerer Antheile mit leichten Essenzen herzustellen, und Oele dieser Art sind trotz eines mittleren specifischen Gewichtes in unseren Erdöllampen zum Brennen ganz ungeeignet.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Oele geschieht in der Praxis mittelst Aräometer, Densimeter 2c. nach den Scalen von Beaumé, Fleischner, Greiner, Brix 2c. Die Anwendung der Pyknometer, Mohr'schen und Westphal'schen, und der sogenannten Reimann'schen Aräometerwage geschieht nur, wenn es sich um ganz genaue Zahlen bis auf fünf oder sechs Decimalstellen handelt.

Die Anwendung der Aräometer oder Senkwagen beruht auf der Eigenschaft fester Körper, in einer Flüssigkeit so weit zu tauchen, bis das durch den eingetauchten Theil verdrängte Flüssigkeitsvolumen ein dem schwimmenden Körper gleiches Gewicht besitzt. Es werden daher schwimmende Körper in Flüssigkeiten verschiedenen specifischen Gewichtes ungleich tief eintauchen und werden sich die Volumina der eingetauchten Theile umgekehrt den specifischen Gewichten der Flüssigkeiten verhalten.

Das Aräometer besteht aus einer langgestreckten, eine Scala enthaltenden Glasröhre, die am unteren Ende erweitert ist und in eine mit Quecksilber oder Schrot gefüllte Kugel ausgeht.

Je nach der Eintheilung der Scala haben die Aräometer ganz verschiedene Benennungen und tragen diese Instrumente zumeist die Namen ihrer Erfinder. So werden die eigentlichen Volumetervorrichtungen, die in Graden das Verhältniß der verdrängten Flüssigkeitsmengen angeben, nach ihren Constructeuren, Beaumé, Gay-Lussac, Brix, benannt.

Das specifische Gewicht direct geben die Densimeter von Stelling, Fleischner und Greiner an.

Von den angeführten Aräometern ist das Beaumé'sche das weitverbreitetste und auch zugleich das älteste; es wird in Amerika, Rußland, Oesterreich neben den Densimetern verwendet. In Deutschland wird noch hier und da das Brix'sche Aräometer und in Frankreich das Gay-Lussac'sche gebraucht.

Die Umrechnung der Aräometergrade in specifische Gewichtsgrade ist nach der nachfolgenden Formel leicht durchführbar, wo n die Anzahl der Aräometergrade, d das specifische Gewicht in Graden bezeichnet [1]):

Aräometer nach		Flüssigkeiten leichter als Wasser
Beaumé:	Bei 10° R. = 12,5° C.	$d = \frac{145 \;.\; 88}{135 \;.\; 88 + n}$.
	Bei 14° R. = 17,5° C.	$d = \frac{146 \;.\; 78}{136 \;.\; 78 + n}$.
Gay-Lussac:	100grädiges	$d = \frac{100}{100 + n}$.
Brix, amtl. preuß.:	Bei 12,5° R. = 15,625° C.	$d = \frac{400}{400 + n}$.

---

[1]) M. Landolt: „Physikalisch-chemische Tabellen."

Die Fundamentalpunkte des Beaumé'schen Aräometers werden für leichtere Flüssigkeiten als Wasser in der Weise bestimmt, daß der Abstand der Eintauchungstiefen zwischen reinem Wasser und einer Lösung von 1 Thl. Kochsalz und 9 Thln. Wasser in zehn gleiche Theile getheilt wird, wobei mit 0° der unterste, der oberste, dem specifischen Gewicht des Wassers entsprechende, mit 10° bezeichnet wird. Dann werden noch 40 solche Theile auf das obere Ende der Scala aufgetragen. Daher kommt es, daß bei der Beauméspindel für leichtere Flüssigkeiten als Wasser die Zählung erst mit 10 = 1,000 Wasser anfängt.

Da bei Anwendung der Beauméschen sowie auch der Brix'schen Aräometer Reductionstabellen nothwendig sind, ein Umstand, der für den Betrieb etwas störend ist, wird in der letzten Zeit mehr und mehr das Densimeter mit directer Ablesung des specifischen Gewichtes in Gebrauch genommen.

Diese Densimeter enthalten entweder die ganzen specifischen Gewichtszahlen angegeben oder nur die Decimalstellen und ist bei Flüssigkeiten leichter als Wasser beim Ablesen der Zahlen nur eine 0 mit Komma, bei schwereren Flüssigkeiten als Wasser eine 1 mit Komma hinzuzufügen nothwendig.

Das Fleischner'sche Densimeter besteht aus nur einer Spindel von 0,600 bis 1,000 oder von 0,750 bis 1,000 und jeder Densimetergrad in Viertel getheilt.

Das Stelling'sche Densimeter, auch Stelling'sche Oelwage genannt, ist nur für schwerere Mineralöle und für Pflanzenöle mit dem spec. Gew. 0,900 bis 1,000 verwendbar. Es trägt ein Thermometer, dessen Röhre durch den Hohlkörper und die Scalenröhre geht.

Das C. G. Greiner'sche Densimeter enthält vier Spindeln, von 0,600 bis 0,700; 0,700 bis 0,800; 0,800 bis 0,900; 0,900 bis 1,000.

Im Hohlraume des Densimeters befindet sich ein Thermometer mit einer besonders markirten Normaltemperatur von 14° R. = 17,5° C.

Für das Deutsche Reich gelten künftighin folgende Thermo-Aräometer: a) $0,^{610}/_{700}$, b) $0,^{680}/_{770}$, c) $0,^{750}/_{840}$, d) $0,^{820}/_{910}$, e) $0,^{890}/_{990}$. (Näheres siehe Nachträge.)

Die Tabellen der Correctur der specifischen Gewichte und deren Umrechnung auf die Normaltemperatur sind im dritten Capitel (Rohöl) ersichtlich gemacht.

Für exacte Bestimmungen des specifischen Gewichtes dienen das Pyknometer, die Mohr'sche, Westphal'sche und Reimann'sche Aräometerwage.

Das Pyknometer ist ein kleines, 5 bis 20 ccm fassendes Glasfläschchen, dessen eingeriebener Stöpsel aus einem Stück Thermometerröhre verfertigt ist, damit bei etwaiger Erwärmung ein Theil der Flüssigkeit durch die feine Oeffnung austreten kann, ohne den Stöpsel zu heben, oder das Gefäß zu gefährden. Den Glasstöpsel kann auch ein eingeschliffenes Thermometer ersetzen, es muß aber dann durch eine seitlich angebrachte feine Röhre für Abfluß gesorgt sein.

Das Gefäß wird mit Wasser gefüllt, mit dem Stöpsel geschlossen und gewogen. Hierauf wird das Gefäß entleert, das Gläschen gut ausgetrocknet, dann mit dem zu prüfenden Oele bis an den Stöpsel gefüllt und gewogen. Um das specifische Gewicht des Oeles zu erhalten, braucht man bloß, da das Volumen des Wassers und des Oeles ein gleiches war, das Gewicht des letzteren durch das Gewicht des Wassers zu dividiren.

Eine andere, gleichfalls genaue Methode der Bestimmung des specifischen Gewichtes bilden die hydrostatischen Wagen, die, wie die Densimeter, auf dem archimedischen Princip beruhen, wonach jeder in eine Flüssigkeit getauchte Körper so viel von seinem Gewichte verliert, als die verdrängte Flüssigkeitsmenge wiegt. Von diesen ist die älteste die Mohr'sche Wage, die folgendermaßen angeordnet ist:

Der eine Schenkel des Wagebalkens ist in zehn gleiche Theile getheilt, an seinem Ende hängt mittelst eines feinen Platindrahtes ein Senkgläschen, welches am anderen Wagebalkenschenkel im Gleichgewicht erhalten wird. Ersteres besteht aus einem zugeschmolzenen Glasröhrchen, welches zum Theil mit Quecksilber gefüllt ist oder ein kleines Thermometer enthält.

Wird das Glasröhrchen in Wasser von 4° C. getaucht, so verliert es an Gewicht, das durch Anhängen eines aus Messing oder Platin hergestellten Drahtes bestimmt wird. Dieser Draht ist somit so schwer, als das vom Glaskörper verdrängte Wasser. Es wird dann ein zweiter Draht angefertigt, dessen Gewicht ein Zehntel, ein dritter, dessen Gewicht ein Hundertstel vom ersten ist. Werden nun, nachdem das Glasröhrchen in ein Oel getaucht ist, die Drähte in die Striche, bis die Wage im Gleichgewicht ist, gehängt, so giebt der erste Draht die Zehntel, der zweite die Hundertstel, der dritte die Tausendstel u. s. w. an.

Auf ähnlichem Princip beruhend ist die Westphal'sche Wage construirt, sie ist gewissermaßen eine einschenkelige Mohr'sche Wage und es ergeben, wie oben beschrieben, die verschieden schweren Gewichte die erste, zweite oder dritte Decimalstelle.

Die Reimann'sche Aräometerwage, die hier nicht näher beschrieben werden soll (es sei auf Schädler, Technologie der Oele und Fette, hingewiesen), hat der Westphal'schen und Mohr'schen Wage gegenüber den Vortheil, daß die Schnitteintheilungen auf dem Balken wegfallen, wodurch eine große Fehlerquelle vermieden wird, da alle Schnitte als Achsen wirken und unter einander in bestimmten Verhältnissen justirt sein müssen, so daß die Aenderung der End- oder Mittelachse eine falsche Angabe sämmtlicher Schnitte nach sich zieht. Ferner geben die ungezeichneten Seitengewichte, die den verschiedenen Decimalstellen entsprechen, eher zu Verwechselungen Anlaß, als die allgemein benutzten und bekannten Grammgewichte, wie sie bei der Reimann'schen Wage benutzt werden.

Die fractionirte Destillation.

Sie bietet das einzige Mittel zur Feststellung der Mengenverhältnisse solcher Oele (Schweröle), die die Leuchtkraft des Petroleums schädlich beeinflussen.

Weniger von Belang ist die Destillation bezüglich Prüfung des Oeles auf den Gehalt an leichten Essenzen, weil diese in unseren Lampen mit ausgezeichnetem Lichteffect brennen, und die Feststellung des Entflammungspunktes genügt, um sich gegen einen zu großen Gehalt an solchen zu sichern. Liegt der Entflammungspunkt über dem erlaubten Minimum, so ist es für den praktischen Gebrauch gleichgültig, ob viel oder weniger Essenzen vorhanden sind. Dies gilt besonders für Bakuöle.

Bei der Ausführung eines Destillationsversuches kann nicht in gewöhnlicher Weise fractionirt werden, sondern es müssen, falls die Resultate nicht willkürlich und unzuverlässig werden sollen, ganz bestimmte Vorsichtsmaßregeln beobachtet werden.

Nach den Vorschriften von Beilstein[1]) bedient man sich eines Rundkolbens, der mit einem Glinsky'schen Dephlegmator versehen ist. Der ganze Apparat (incl. Dephlegmator) wird gewogen, das Petroleum (200 g) eingegossen, dann wieder gewogen. An den Dephlegmator setzt man zur Kühlung der Dämpfe ein ca. $^3/_4$ m langes Glasrohr an und leitet die Destillation so, daß innerhalb einer Minute ca. 2 g übergehen. Man destillirt bis 150°, dann von 150 bis 270° unter jedesmaligem Wiederwägen des Apparates, wodurch man drei Fractionen (unter 150°, 150 bis 270° und über 270° siedend) erhält. Dabei schlägt Beilstein vor, von einem Petroleum zu verlangen, daß es weniger als 5 Proc. leichtes und weniger als 15 Proc. schweres Oel enthalte.

Eine solche Anforderung kann sich bloß auf die Oele von Baku beziehen, denn für die pennsylvanischen Oele z. B. wäre eine solche Bedingung nicht von großem Vortheile, es würde das Fabrikat sehr vertheuern, weshalb es auch mit Rücksicht auf die leichtere Verbrennlichkeit der amerikanischen Schweröle für die letzteren Oele genügen dürfte, den erlaubten Maximalgehalt auf 15 Proc. über 300° siedender Schweröle zu normiren, was auch gewöhnlich in der Praxis durchgeführt wird.

Eine untere Grenze ebenfalls zu bestimmen, ist aus den oben angeführten Gründen überflüssig. Außerdem aber empfiehlt es sich, um ein vollständiges Bild von der Natur eines Petroleums zu erlangen, die Destillation in Unterfractionen von 25 zu 25° oder 50 zu 50° zu theilen und dieselben dem Volumen oder dem Gewicht nach festzustellen. Denn wenn z. B. ein Erdöl 60 Proc. zwischen 150 und 300° siedender Theile enthält, ist es durchaus nicht gleichgültig, ob diese Menge in 30 Proc. von 150 bis 200°, 20 Proc. von 200 bis 250° und 10 Proc. von 250 bis 300°, oder aber umgekehrt in 10 Proc. von 150 bis 200°, 20 Proc. von 200 bis 250° und in 30 Proc. von 250 bis 300° zerfällt. Ein Oel ersterer Zusammensetzung brennt auf der üblichen Lampe ungleich besser als ein solches der letzteren; kurz, man erlangt ein ausreichendes Urtheil über die Qualität eines Oeles nur dann, wenn man es in einzelne Theile zerlegt.

Um eine solche Destillation durchzuführen, ist die von Engler vorgeschriebene Einrichtung und Methode (s. drittes Capitel, Rohöl, S. 103) empfehlenswerth.

Daß die nach dieser Methode erhaltenen Werthe mit denjenigen nach der Beilstein'schen Methode nicht völlig übereinstimmen, liegt in der Natur der Sache; immerhin jedoch dürften bei Durchführung der Destillation durch verschiedene Experimentatoren die Resultate nach der Engler'schen Methode unter sich mehr übereinstimmen, als unter Anwendung besonderer Sieberöhren, besonders wenn deren Dimensionen nicht aufs Genaueste festgesetzt und controlirt werden.

Die fractionirte Destillation verschiedener kaukasischer (Nobel'scher) und pennsylvanischer (Karlsruher Handlungen entnommener) Petroleumsorten des Handels ergab unter Anwendung der Engler'schen Methode die nebenstehenden Resultate. Es sind hier die Fractionen von 20 zu 20° aufgefangen. Besser ist es, nach Engler's späterem Vorschlag die Fractionen von 50 zu 50° oder 25 zu 25° zu theilen, weil die Hauptfraction von 150 bis 300°, welche man als Normalbrennöl bezeichnet, leichter in die letzteren Unterabtheilungen zu bringen ist.

Zur Destillation wurden je 100 ccm der Petroleumsorten angewendet[2]).

[1]) Fresenius, Zeitschr. 22, 313. — [2]) Engler: „Das Erdöl von Baku.“

	Nr.	Cubikcentimeter oder Gramm	Entflammungspunkt	Specifiſches Gewicht	Beginn des Siedens	bis 130⁰	130 bis 150⁰	150 bis 170⁰	170 bis 190⁰	190 bis 210⁰	210 bis 230⁰	230 bis 250⁰	250 bis 270⁰	270 bis 290⁰	290 bis 310⁰	bis 310⁰	über 290⁰
Kaukaſiſches Brennpetroleum	I	ccm g	31	0,820	129⁰	—	6 5,23	16 11,94	16 13,33	16,25 13,1	14,75 12,17	13,5 10,66	8,5 6,37	4,5 3,27	3 2,32	98 78,39	5
	II	ccm g	32	0,820	112⁰	2,25 1,69	8,75 6,37	15 11,55	11,5 8,97	13 10,42	15,75 13,15	11 10,28	9 7,83	7 5,74	5 4,6	98,25 80,6	6,75
	III	ccm g	34	0,8205	118⁰	2 1,13	6,75 5,06	13 10,01	14 10,92	18,25 14,6	15 12,45	14 12,84	7 6,09	4,75 3,89	2,5 2	96,25 79,25	5
	IV	ccm g	36	0,820	119⁰	2 1,32	4,25 3,1	14 11,3	19 14,8	13,75 10,33	23,25 18,09	10 9,3	6 5,23	3 2,46	1 0,91	96 76,84	5
Amerikaniſches Brennpetroleum	I	ccm g	25,5	0,809	115⁰	6,5 4,49	7,5 5,37	7 5,37	8 7,32	6 4,58	9 5,98	7,75 6,03	9,25 7,49	11 9,91	5 3,18	77 59,72	28
	II	ccm g	24,5	0,800	100⁰	6,9 4,83	8,9 6,31	9 6,9	11 8,58	8,25 6,41	9 8,07	7,8 6,47	8 6,96	7 5,74	2 1,89	77,85 62,19	21,15
	III	ccm g	25,5	0,805	102⁰	8,5 5,81	6,5 4,65	11 9,36	12,5 9,93	10,5 8,01	9,5 7,8	6,5 4,83	6,5 5,3	8 6,8	7 6	86,5 68,49	20,5
	IV	ccm g	24,5	0,805	110⁰	7,75 5,21	7,5 5,95	8 5,95	7 5,35	5,75 4,75	6,25 5,23	11,5 9,24	9,75 8,14	9,75 8,15	4,75 4	78 61,97	26,75
	V	ccm g	23,5	0,800	105⁰	9,25 6,51	11,25 9,29	8 6,03	9,25 5,73	5 4,38	7 5,11	5,25 5,08	7,25 5,5	6,25 5,78	5 4	74,25 57,41	30,75
	VI	ccm g	27,5	0,805	115⁰	4 2,78	8,5 6,79	12,5 9,08	11,5 8,61	8,75 7,04	9,5 7,55	9,25 7,08	10,5 8,49	4,75 3,86	4 3,97	83,25 66	20,75
	VII	ccm g	24	0,800	95⁰	10,25 7,19	9,5 7	8 6,45	8 5,89	6 4,88	6,5 5,02	4,5 3,58	10,25 9,8	9 7,82	6,5 5,5	78,5 63,13	28
	VIII	ccm g	25,5	0,805	110⁰	8 5,2	8,75 6,53	9 6,83	7,75 6,02	6 4,89	6,25 4,96	8,75 7,07	5,75 4,83	10,75 9,1	7,75 6,4	78,75 61,86	29,25
	IX	ccm g	26,5	0,800	108⁰	7,25 5,12	9,75 7,45	9 6,86	7,75 5,81	8,75 6,51	5,75 4,38	5,25 4,96	9,75 8,31	8,75 7,43	10 7,91	82 64,74	28
	X	ccm g	23	0,800	100⁰	8 5,18	14,5 11,22	12,5 9,22	7,75 6,38	5,75 4,3	6,5 5,15	5,75 4,68	9,75 8,15	6,25 5,21	4,25 3,69	81 63,18	23,25

Im Mittel wurden erhalten an Einzeltheilen aus den vier kaukasischen und zehn amerikanischen Petroleumsorten:

	Unter 150°	150 bis 290°	Ueber 290°	
Kaukasisches Petroleum . . .	8,0	86,6	5,4	Volumprocent
Amerikanisches Petroleum . .	16,9	57,1	26,0	"

Wie schon erwähnt, darf jedoch nicht angenommen werden, daß die pennsylvanischen Oele im Verhältnisse ihres Gehaltes an schweren Oelen schlechter brennen als die kaukasischen; denn Versuche haben ergeben, daß schwerere Theile des amerikanischen Oeles die Leuchtkraft etwas weniger beeinträchtigen, als entsprechende Mengen kaukasischer Schweröle gleichen Siedepunktes, was jedenfalls auch wieder mit dem erheblich höheren specifischen Gewicht dieser letzteren zusammenhängt.

Im Nachstehenden sind die vergleichenden Destillationsresultate der im Handel vorkommenden elsässischen Petroleummarke „Brillantpetroleum" im Vergleich mit Kaiseröl und pennsylvanischem Petroleum, durchgeführt von C. Engler und C. Schestopal, erwähnt.

Die specifischen Gewichte der Oele sind:

Elsässer Brillantpetroleum	0,801
Kaiseröl	0,795
Gewöhnliches pennsylvanisches Petroleum . .	0,800

Zur Destillation wurden je 100 ccm angewendet und in dem Engler'schen Destillationsapparate durchgeführt.

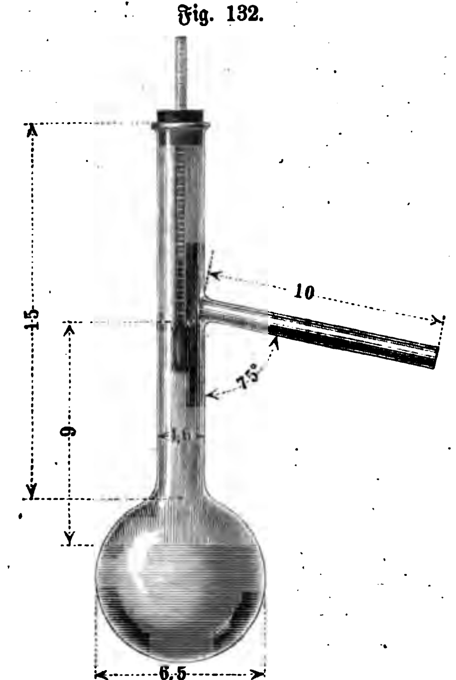
Oelsorten	Beginn des Siedens	bis 150°	150 bis 175°	175 bis 200°	200 bis 225°	225 bis 250°	250 bis 275°	275 bis 300°	über 300°
Elsässer Brillantpetroleum	147°	0,8	10,5	20	24,7	20	15,4	4,8	3,8 ccm
		—	8,2	15,9	20,9	16,2	12,5	3,9 g	—
Kaiseröl	100°	—	12,5	17,2	16,9	15,4	14,5	11,8	11,7 ccm
		—	9,6	13,3	13,5	12,5	12,0	9,6 g	—
Gewöhnl. pennsylvanisches Petroleum	100°	15,8	10	12	8,25	11	7,8	9	26,15 ccm
		5,1	7,7	9,42	6,42	8,96	6,8	7,5 g	—

Es folgt hieraus, daß das Brillantöl wie auch das Kaiseröl sich innerhalb der Grenze eines Normalpetroleums befinden, während das gewöhnliche pennsylvanische weit außerhalb derselben ist und daher auch zurücksteht.

Der Gehalt an „Normalbrennöl" in gut gereinigten Petroleumsorten, z. B. im amerikanischen Astralöl, Kaiseröl (Korff) &c. geht über 80, ja 90 Proc. hinauf und dies ist der Hauptgrund der Feuersicherheit und des vorzüglichen Leuchtwerthes dieser Oelsorten.

Was die Untersuchung der Schmieröle und deren Fractionen anbelangt, begnügt man sich für gewöhnlich mit der Feststellung des Gehaltes an leichtflüchtigen Oelen. Zur Bestimmung derselben wird eine Destillationsprobe nach der von Engler vorgeschriebenen Methode wie beim Brennöl durchgeführt. Es kommt nur darauf an, sich auch hierbei immer desselben Apparates zu bedienen und die Destillation in gleicher Weise zu leiten. Engler bedient sich in seinem Laboratorium eines Glaskölbchens von der Form und Größe nach Fig. 132 und destillirt daraus 100 ccm Oel derart ab, daß in einer Minute etwa $2^1/_2$ ccm übergehen. Bei richtig bereiteten Schmierölen soll bei Weitem der Hauptheil über 310° sieden, weshalb man bei dieser Temperatur die Destillation unterbricht und das Destillat in dem vorgelegten Meßapparat mißt und dann weiter destillirt.

Fig. 132.



Will man auch den nicht destillirbaren asphaltartigen Rückstand ermitteln, so destillirt man nach Entfernung des Thermometers so lange weiter, als noch etwas übergeht und bestimmt den Rückstand durch Zurückwägen des Kölbchens. Richtig destillirte Schmieröle hinterlassen hierbei nicht über 3 Proc. Coaks; nicht destillirte, bloß chemisch gereinigte, je nach Herkunft nicht über 7 Proc.

Da diese Art von Destillation kein richtiges Bild von dem Gehalt an mehr oder weniger flüchtigen und besonders schwereren Oelen zu zeigen im Stande ist, weil die Schmieröle sich bei einer directen Destillation unter Bildung von dünnflüssigen (leichten) Oelen zersetzen und somit mehr leichtflüchtige Theile aufweisen, als sie in Wirklichkeit enthalten, so empfiehlt es sich, die Destillation entweder im Vacuum oder noch besser mit überhitztem Dampf durchzuführen.

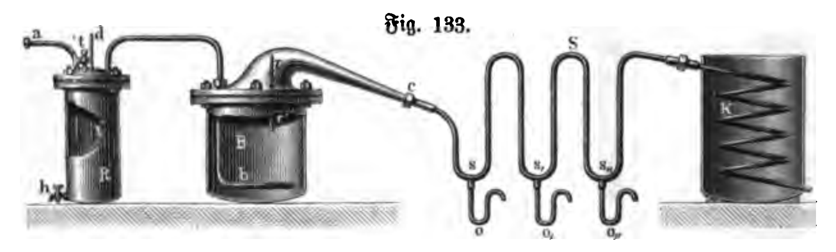
Die letztere Methode, welche auch zur Bestimmung des Werthes der Petroleumrückstände (der über 300° siedenden Theile) auf die Verarbeitung von Schmierölen dient, wird in dem von Engler[1] construirten Apparate, der auf demselben Princip, wie die Einrichtungen in den Schmierölfabriken in Baku beruht, durchgeführt. Derselbe ist in Fig. 133 (a. f. S.) abgebildet.

---

[1]) Engler: „Die deutschen Erdöle."

Aus einem kleinen Dampfkessel wird Wasserdampf entwickelt und dieser in Röhren auf ca. 300° erhitzt, und um ihn auf der gleichmäßigen Temperatur zu halten, leitet man denselben in den kupfernen Recipienten *R*, der mit abschraubbarem, durch Asbestring gedichteten Deckel versehen ist. In diesen Deckel ist die Hülse *t'* für das Thermometer *d* eingeschraubt, desgleichen der kleine Dampfhahn *t*, durch welchen man zu Anfang die Luft oder bei Nichtgebrauch den Dampf selbst austreten lassen kann, der Hahn *h* dient zum Ablassen des Condensationswassers. Durch Erhitzen auf einem kleinen Gasofen läßt sich der durch *R* streichende Dampf ziemlich constant auf 300° erhalten. Der Dampf tritt durch eine Röhre, die mit Asbestpapier vor Wärmestrahlung zu schützen ist, nach *B* und hier durch den Röhrenkranz *b* in feinen, im Winkel von etwa 45° nach abwärts gerichteten Löchern in das Oel. Blase *B* ist ebenfalls aus Kupfer angefertigt, ca. 20 cm hoch, 20 cm weit und faßt ca. 3 bis 4 kg Oel (sie kann in beliebiger Größe hergestellt werden). Auf dieselbe ist ein Helmdeckel aufgeschraubt, der ebenfalls mit einem Asbestring verdichtet sein muß. Thermo-

Fig. 133.



meter τ in der Hülse τ' läßt die Temperatur in der Blase beobachten. Nachdem das Oel in die Blase *B* eingefüllt ist, wird auf einem starken Gasofen ganz langsam angeheizt. Bei zu raschem Heizen findet, wenn Wasser vorhanden ist, sehr leicht Uebersteigen und starkes Stoßen statt.

Erst wenn das Thermometer τ 130° zeigt, darf man energischer heizen. Hat die Temperatur 300° erreicht, so wird der auf 300° regulirte Dampf durch Schließen des Hahnes *t* aus *R* in die Blase eingeleitet und die Dämpfe nun in den durch die Verbindung *c* angeschlossenen Separationskühler *S* übergeführt.

Letzterer besteht aus einem dreimal gewundenen Kupferrohr von 1,2 cm Weite, in einer Gesammtlänge von 1,5 m (Höhe der einzelnen Windungen ca. 25 cm). Unten an jeder Windung ist je ein Ablaufröhrchen *o o, o,,* eingeschraubt, welch' letztere man zur Kühlung der Destillate in Gefäße mit kaltem Wasser setzt. An diesen Separator schließt sich der Schlangenkühler *K*, der durch Wasser gekühlt wird, an. Hierin wird der Rest der Dämpfe, insbesondere auch der Wasserdampf, verdichtet. Damit nicht schon im Halse des Helmes und in den Separationsröhren leichte Oele und Wasser sich verdichten, müssen sie vor zu starker Luftkühlung durch Umwickelung mit Asbestpapier geschützt werden.

Am Anfange der Destillation verdichten sich bei *s s, s,,* leichte Oele und etwas Wasser. Diese werden beseitigt bezw. mit dem Destillate aus *K* vereinigt. Nach 15 bis 25 Minuten ist aber die Destillation im regelmäßigen Gange, und es verdichten sich im Schenkel *s* die schwersten und dicksten, in s_1 und s_2 immer

dünnere Oele, die leichtesten mit Wasserdampf gehen nach *K*. Es ist charakteristisch, daß gleich von Beginn sich in *s* ganz dicke Oele separiren, ein deutlicher Beweis, daß bei der gewöhnlichen Art der fractionirten Destillation, wo am Anfange leichte Oele, dann immer schwerere aufgefangen werden, eine genügende Trennung niemals erreicht werden kann; denn in dem ersten, sogenannten leichten Destillat sind erheblich viel schwere Oele, die im Apparate von Engler in *s* bezw. s_1 geschieden werden.

Man erhält also mittelst dieser Methode vier Fractionen, welche, vom Wasser getrennt, gewogen werden und wodurch der Gehalt an verschieden leichten ꝛc. Theilen ermittelt wird.

Entflammungspunkt.

Das Petroleum besteht aus einem Gemenge von Kohlenwasserstoffen, die je nach der Destillation in verschiedenen Verhältnissen zu einander stehen; bei überwiegendem Vorhandensein leichter flüchtiger Oele ist die Verwendung des Petroleums gefahrvoll. Wenn die leichtflüchtigen Oele bei der Destillation nicht genügend abgeschieden werden, entwickeln die Oele oft schon bei Zimmertemperatur Dämpfe, die mit der im Lampenraume befindlichen Luft explosible Gasgemische geben. Nach Chandler's Versuchen [1]) entsteht die heftigste Explosion, wenn 1 Thl. Petroleumdampf mit 8 bis 9 Thln. Luft gemischt ist. 1 Thl. Luft und 3 Thle. Petroleumdampf geben einen schwachen Knall, 1 Thl. Luft und 1 Thl. Petroleumdampf explodiren gar nicht mehr. Nach Thörner enthalten die Explosionsgemische wenigstens 1,9 bis 3,2 Volumprocente Petroleumkohlenwasserstoffe. In wie hohem Grade schon wenige Procente Naphta den Temperaturgrad erniedrigen, bei welchem das Oel brennbare Dämpfe entwickelt, zeigen die folgenden Versuche White's. Bei einem Oel, welches von vornherein erst bei 45° entflammbare Gase abgab, sank der betreffende Temperaturgrad bei

1	Proc. Naphtazusatz	auf	39,4°
2	„ „	„	33,3°
5	„ „	„	28,2°
10	„ „	„	15,0°
20	„ „	„	4,4°

Die Eigenschaft des Petroleums, bei Erwärmung brennbare Dämpfe zu entwickeln, die mit Luft gemischt explodiren, nennt man die Entflammbarkeit; den Temperaturgrad, bei welchem die Dämpfe in solcher Menge entwickelt werden, daß sie entzündet werden können, den Entflammungspunkt (flashing point). Je niedriger der letztere liegt, desto feuergefährlicher ist das betreffende Oel bei Gebrauch in Lampen oder Oefen [2]).

---

[1]) Post: „Chemisch-technische Analyse.“ — [2]) Nach Mittheilungen von Arthur H. Elliot: „Report on the Methods and Apparatus for testing inflammable oils“ sollen in New York im Jahre 1880 von 1873 Bränden 103 durch Kerosinlampen entstanden sein.

Unter Entzündbarkeit des Petroleums versteht man seine Eigenschaft, angezündet weiter zu brennen, wenn es auf eine bestimmte Temperatur, den Entzündungspunkt (burning point), erhitzt wird. Entflammbarkeit und Entflammungspunkt sind also zu unterscheiden von Entzündbarkeit und Entzündungspunkt. Im ersteren Falle brennen nur die über dem Oele befindlichen Dämpfe ab, resp. explodiren, die Verbrennung überträgt sich aber nicht auf das noch nicht genügend erwärmte Petroleum, im letzteren Falle dagegen geht die Entzündung der Dämpfe auch auf das Oel über, und dieses brennt an seiner Oberfläche weiter. Demgemäß können auch Entzündungspunkt und Entflammungspunkt nicht mit einander übereinstimmen; sie differiren in der That nach vorliegenden Versuchen um 3 bis 25° von einander. Gewöhnlich liegt allerdings der Entzündungspunkt eines Petroleums nur 5 bis 12° höher als sein Entflammungspunkt.

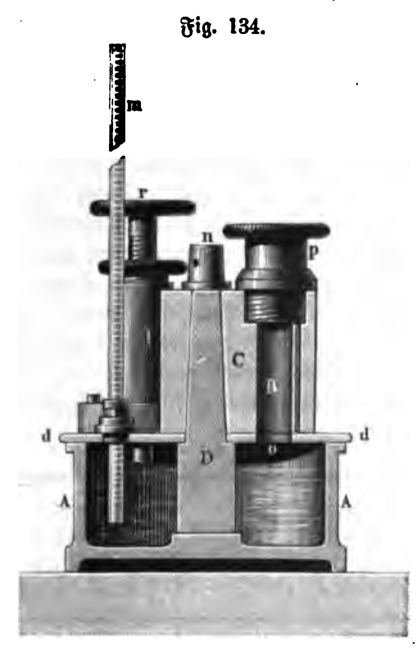
Bei Bestimmung der Feuergefährlichkeit eines Petroleums handelt es sich selbstverständlich um Feststellung der Entflammbarkeit, denn die Explosionsgefahr entsteht schon mit der Entwickelung brennbarer Dämpfe, nicht erst mit der Brennbarkeit des flüssigen Oeles. In den meisten Ländern sind Bestimmungen über das noch als erlaubt anzusehende Entflammungsminimum getroffen. Bei der Feststellung einer solchen Vorschrift kommt selbstverständlich mit in Betracht, wie hoch sich das Oel in der Lampe beim Brennen der letzteren über die umgebende Luft erwärmt. Jedenfalls sollte das zu gestattende Entflammungsminimum noch über jenem vorauszusetzenden Wärmegrade des Oeles liegen. Chandler fand bei seinen Versuchen mit 23 Lampen und 78 Petroleumsorten bei einer Versuchsdauer von sieben Stunden in Zimmern von 23° Wärme, daß die Temperaturen des Petroleums in den Lampen mit Glasgefäß zwischen 24,5 und 30°, in solchen mit Metallgefäß zwischen 24,5 und 38° variiren, daß also die Temperatur des Oeles in den Lampen mit Glasgefäß, und dies ist doch wohl der normale Fall, um 1,5 bis 7° über die Zimmertemperatur steigen kann. Victor Meyer fand diese Differenz zu ca. 3°, Bernstein zu 2 bis 5°, Liebermann zu 2,5 bis 9°, Thörner günstigsten Falls zu 5 bis 8°. Hiernach würde unter der Annahme einer ausnahmsweise hohen Zimmertemperatur von 28° und Erhöhung der Oeltemperatur im Lampenbehälter um 7° nur ein Petroleum von 35° Entflammungsminimum genügende Sicherung vor Explosionsgefahr bieten. Es kommt nun aber hinzu, daß der Gefahrpunkt in der Lampe erheblicher über (Mittel 8°) der Temperatur liegt, welche in dem jetzt meist üblichen Apparate von Abel als Entflammungspunkt gefunden wird, sowie daß in gut construirten Lampen die Temperatursteigerung des Oeles nur etwa 3° beträgt. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes würde deshalb ein Petroleum vom Entflammungspunkt 23° (= 28 — 8 + 3°) genügende Sicherheit darbieten. Als erlaubtes Entflammungsminimum gilt in England 73° F. (22,8° C.), in Deutschland und Oesterreich-Ungarn 21° C., in Rußland 28° C. nach Abel.

Apparate.

Die in großer Anzahl construirten Apparate zur Bestimmung der Entflammungspunkte sind in zwei Kategorien zu theilen. Die Apparate der einen

Kategorie beruhen auf dem Principe, nach welchem die Dampfspannung gemessen wird, welche das Petroleum bei bestimmten Temperaturen zeigt, während bei den Apparaten der anderen Art das Petroleum in einem Gefäße bis zu dem Punkte erwärmt wird, bei welchem die über dem Oel angesammelten Gase durch Einbringen eines Flämmchens zur Entzündung resp. Explosion gebracht werden können.

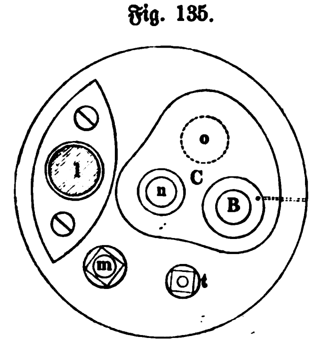
Fig. 134.



I. Apparate, bei welchen die Dampfspannung gemessen wird.

Als der vollkommenste dieser Art ist der von J. Salleron und Urbain zu bezeichnen. Derselbe (Fig. 134, $^1/_2$ natürlicher Größe) besteht aus der kleinen Messing- oder Kupferbüchse *A*, die vermittelst der gerändelten Scheibe *d d* hermetisch verschließbar ist. Inmitten des Bodens ist die Säule *D* angegossen, die oberhalb des Deckels sich conisch fortsetzt und oben in einer kleinen Schraube endigt; durch Anziehen der Mutter *n* kann der Deckel *d d* an die Büchse fest angepreßt werden. In dem Deckel ist ein Thermometer *t*, Fig. 135, und das 30 bis 35 cm lange, mit Millimeterscala versehene Manometerrohr *m* befestigt; außerdem ist in der Mitte der Scheibe eine kreisrunde Oeffnung *o* angebracht. Die letztere kann sowohl geschlossen als auch in Communication mit der Büchse *A* und der in dem Gleitstück *C* befindlichen Kammer *B* gebracht werden, je nachdem man *C* auf der Scheibe etwas vor- oder rückwärts schiebt. Die Bewegung des Gleitstückes *C* geschieht durch Drehung um die als Achse dienende conische Verlängerung von *D*; mittelst der Mutter *n* wird derselbe zur Herstellung des hermetischen Verschlusses an den Deckel *d d* angepreßt. Alle Verbindungsstellen sind außerdem mit etwas Fett bestrichen. Fig. 135 verdeutlicht schematisch (mit Hinweglassung der Schrauben) die Anordnung der einzelnen Theile im Grundriß.

Fig. 135.



Bei der Prüfung des Petroleums wird der Behälter *A* mit 50 ccm Wasser beschickt und die Oeffnung *o* durch das Gleitstück *C* zunächst geschlossen. Alsdann bringt man in die Kammer *B* einige Cubikcentimeter des Petroleums, schließt die Kammer luftdicht durch Aufschrauben des mittelst Gummiringes gedichteten Deckels *p*,

taucht den ganzen Apparat in Wasser, bis die Temperatur constant geworden ist und bringt den Wasserstand in *m* durch Verschrauben des Kolbens *r* in der kleinen Stopfbüchse *l* auf den Nullpunkt. Das Gleitstück *C* wird nun so weit verschoben, daß die Unterseite der Kammer *B* mit der Oeffnung *o* correspondirt, in welchem Falle dann das Oel in den Behälter *A* fließt und die Kammer *B* durch ein dem Oel gleiches Volumen Luft gefüllt wird. Durch die Tension der Dämpfe des eingelaufenen Petroleums erhöht sich der Druck im Inneren des Behälters, was sich durch Steigen der Flüssigkeit in der Manometerröhre *m* zeigt. Man liest auf der Millimeterscala und am Thermometer ab und erhält so die Tension der Petroleumdämpfe, welche einer bestimmten Temperatur entspricht, in Millimetern Wassersäule ausgedrückt. Durch Vergleichung dieser Zahl mit der bekannten Spannung der Dämpfe eines Normalpetroleums bei gleicher Temperatur kann auf die Qualität des untersuchten Oeles geschlossen werden. Salleron und Urbain haben zur Bestimmung der Dampfspannung zwischen den Temperaturen 0 und 35° ein Petroleum verwendet, welches durch Destillation aus 2500 Litern Petroleum gewonnen war, und welches sich frei zeigte von allen Producten, deren specifisches Gewicht weniger als 0,735 und mehr als 0,820 beträgt. Die Resultate, die sie erhielten, sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Temperatur-Grade	Dampfspannung in Millimetern Wassersäule	Temperatur-Grade	Dampfspannung in Millimetern Wassersäule	Temperatur-Grade	Dampfspannung in Millimetern Wassersäule
0	34,5	12	57	24	95
1	36	13	59	25	100
2	37,5	14	61,5	26	105
3	39	15	64	27	110
4	41	16	67	28	116
5	43	17	70	29	122
6	45	18	73	30	129
7	47	19	76	31	136
8	49	20	79	32	144
9	51	21	82,5	33	155
10	53	22	86	34	163
11	55	23	90	35	174

Diese Probe beruht auf der Voraussetzung, daß die Entflammbarkeit des Petroleums der Spannung der Dämpfe desselben proportional ist. Schon a priori jedoch muß es als wahrscheinlich bezeichnet werden, daß diese Voraussetzung nicht zutrifft, denn eine geringe Menge sehr leichtflüchtiger Verbindungen kann bei Erwärmung des Oeles in Folge starker Ausdehnung durch Wärme

schon eine starke Spannung hervorrufen, ohne daß die Menge der betreffenden Dämpfe ausreicht, die Entflammung zu bewirken. Ausführliche Versuche, die Engler in dieser Hinsicht angestellt, haben seine Voraussetzung, daß die Dampfspannung nicht proportional der Entflammbarkeit ist, vollkommen bestätigt. Auch aus den Untersuchungen, die Biel in neuerer Zeit veröffentlicht hat, läßt sich ein Gleiches ableiten, wie sich aus der folgenden Nebeneinanderstellung seiner mit verschiedenen Oelen erhaltenen Resultate ergiebt:

Sorte	Dampfspannung bei 35° in Millimetern Wassersäule	Entflammungspunkt
Standardöl	160	26°
Astralöl	5	48°
Kaiseröl	13	44°
Russisches Kerosin . . .	201	26°
" " A . . .	73	28°
" " B . . .	45	30°
" " C . . .	95	25°

Hiernach dürfte die Dampfspannung zwar als ein werthvolles Kriterium für die Beurtheilung der Eigenschaften des Petroleums im Allgemeinen betrachtet werden, nicht aber geeignet sein, einen directen und exacten Schluß auf die Entflammbarkeit zu gestatten. Auch die Untersuchungen von Arthur H. Elliot[1]) führen zu einem Schluß, daß die erhaltenen Dampfspannungen in diesem Apparate sehr unregelmäßige sind.

II. Apparate, bei welchen die Entflammbarkeit durch Entzündung der bei bestimmten Temperaturen entwickelten Dämpfe direct beobachtet wird.

Es ist mit außerordentlichen Schwierigkeiten verbunden, genaue Apparate zu construiren, um Petroleum zu erwärmen und dabei denjenigen Temperaturgrad zu bestimmen, bei welchem ein über das Oelniveau gebrachtes Flämmchen die Entzündung der dort angesammelten Dämpfe bewirken kann, ebenso viel Aufmerksamkeit erfordert die Durchführung solcher Versuche.

Denn Schnelligkeit der Erwärmung, Bewegung, Quantität des Oeles, Form des Oelbehälters, Größe und Intensität des Zündungsflämmchens, Grad der Annäherung und Zeitdauer der Wirkung des letzteren 2c. sind Umstände, durch welche die Resultate bei Bestimmung des Entflammungspunktes erheblich beeinträchtigt werden.

---

[1]) „Report on the Methodes and Apparatus for testing inflammable oils."

Als Voraussetzungen für einen richtig construirten Petroleumprüfer sind folgende Punkte hervorzuheben: vollkommen gleichbleibende Bedingungen der Bildung und Entzündung der entflammenden Gase, also relativ gleiche Mengen des Petroleums gegenüber dem die Wärme übertragenden Medium, langsame und durch die ganze Masse des Oeles gleichmäßige Erwärmung, annähernde Unabhängigkeit der letzteren von der zufälligen Größe und Intensität des Zündflämmchens, sowie seiner Entfernung vom Oelniveau müssen eo ipso bei allen Versuchen gleich sein, und die Zeitdauer der Wirkung des Zündungsmittels muß, um eine Steigerung der Dampfbildung zu vermeiden, auf ein Minimum reducirt werden. Es sind ferner die Bedingungen der Bildung entzündlicher Dämpfe möglichst denjenigen anzupassen, unter denen beim gewöhnlichen Gebrauch des Petroleums, also beim Brennen in Lampen und Herden, Unglücksfälle veranlaßt werden können, so zwar, daß bei Ausführung der Probe die unter gewöhnlichen Umständen möglicher Weise vorkommenden günstigsten Bedingungen für die Dampfbildung und Explosion obwalten.

Die Apparate unterscheiden sich ihrem ganzen Principe nach sowohl durch die Art und Weise, in welcher die Entzündung der entflammbaren resp. explosiven Dämpfe zur Ausführung kommt, als auch durch die Einrichtung des Behälters, in welchem sich das zu prüfende Oel befindet. In ersterer Beziehung ist vor Allem hervorzuheben, daß bei einer Kategorie von Apparaten die Prüfung auf die Entflammbarkeit ganz beliebig von Grad zu Grad vorgenommen werden kann, während bei den anderen Apparaten diese Prüfung bei jedesmaliger Probe nur bei einem bestimmten Temperaturgrade zur Ausführung gelangt. Bei der ersten Probe erfährt man also genau den Temperaturgrad, bei welchem das Oel entflammbare Dämpfe abgiebt, bei der letzteren dagegen nur, ob bei einem bestimmten Temperaturgrade das Oel entflammbar ist oder nicht. Wenn auch dieser letztere Prüfungsmodus zur gesetzlichen Controle des Petroleums genügend sein mag, so muß es im Allgemeinen dennoch als wünschenswerth bezeichnet werden, daß ein Apparat auf bequeme Weise zugleich auch die Feststellung des zufällig vorhandenen Temperaturgrades der Entflammbarkeit ermöglicht.

Von größtem Einfluß auf die zu erhaltenden Resultate ist die Construction des Petroleumbehälters. In dieser Hinsicht unterscheidet man vor Allem zwischen Apparaten mit offenem und solchen mit geschlossenem Petroleumgefäß.

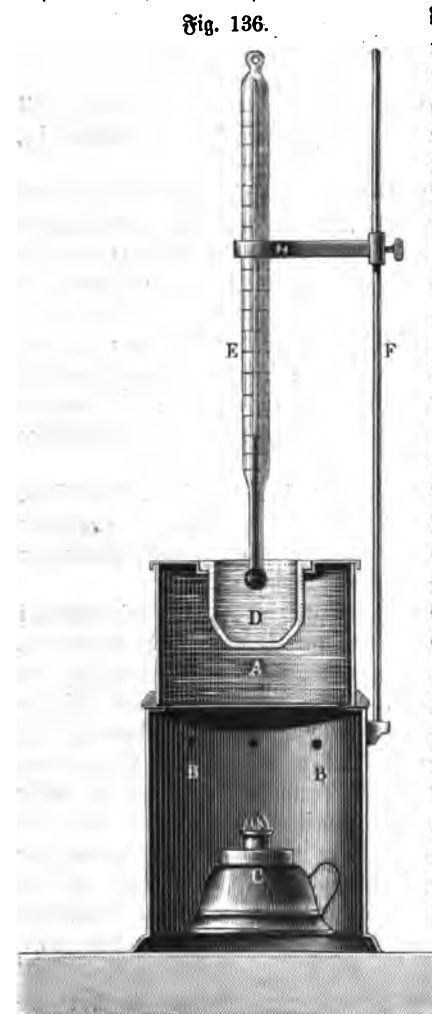
A. Apparate mit offenem Petroleumbehälter.

Von den verschiedenen Apparaten seien hier die von Tagliabue und von Saybolt beschrieben.

Der Petroleumprüfer von Tagliabue (Fig. 136) war bis vor kürzester Zeit zur Controle des Petroleums in den Vereinigten Staaten officiell eingeführt und wird auch jetzt noch in einigen Staaten unter verschiedenartiger Modification und Benennung benutzt. *A* ist ein Wasserbehälter, der, in dem Gestell *B* stehend, durch die Lampe *C* erhitzt wird. Das Glasgefäß *D* dient zur Aufnahme des zu prüfenden Petroleums, während mittelst des an der Führungsstange *F* verschiebbaren Thermometers *E* die Temperatur des Oeles beobachtet wird. Da

die Resultate mit diesem Apparate von der Art und Weise der Ausführung der Probe abhängig sind, folgt hier die genaue Gebrauchsanweisung (Haltermann, Schottky). Man fülle den Behälter *A* mit Wasser, so daß der gläserne Oelbehälter *D* bis nahe an seinen Rand in das Wasser eintaucht, fülle den Oelbehälter ebenfalls beinahe bis an den Rand, senke das Thermometer so weit ein, daß gerade das Quecksilbergefäß untertaucht, bringe die Temperatur des Wassers und Oeles auf 60° F. (15,5° C.) und erhitze mit möglichst kleiner Spiritusflamme bis zu 90° F. (32° C.), ziehe die Lampe heraus und lasse die Temperatur bis 95° F. (35° C.) steigen. Alsdann probire man mit einem sehr fein geschnitzten Eichenholzstäbchen, welches aber nur mit einer sehr kleinen, gleichmäßigen Flamme brennen darf, indem man ca. 15 mm über die Oberfläche des Oeles langsam und sehr ruhig hinfährt, welche Procedur, wenn nöthig, dreimal wiederholt wird. Dabei beschreibt man einen flachen Bogen und bleibt den Rändern des Oelbehälters etwas entfernter als dem Oel; überdies sind die Ränder des Glases, nöthigenfalls durch Abwischen mit Filtrirpapier, trocken zu halten, weil sonst die anhaftende dünne Oelschicht sich leicht selbst und dadurch das Oel entzünden könnte. Sollte das über dem Oele angesammelte Gas sich nicht entzünden, so steigere man die Temperatur um einige Grade, wiederhole den vorigen Proceß (jedoch niemals ein Brennen des Gases forcirend) und fahre von zwei zu zwei oder von drei zu drei Graden fort, eine Entzündung des Gases zu bewerkstelligen. Es ist sehr wesentlich bei dieser Probe, daß man unter allen Umständen nicht eher den Versuch des Entzündens anstellt, als bis das Quecksilber im Thermometer stationär geworden ist, also nicht mehr steigt. Der amerikanischen Usance nach wird auf folgende Wärmegrade geprüft: bei 95° F. (35° C.), 100° F. (38° C.), 104° F. (40° C.), 108° F. (42° C.). Ein sogenannter „Flash“ auf 108° F. bedingt die Feuerprobe eines Oeles von 110° F. Selbst bei größter Vorsicht und langer Erfahrung kommt es vor, daß ein Oel mit dem richtigen

Fig. 136.



Entflammungspunkt 110° F. sich in Folge eines Fehlers im Operiren schon bei 100 oder 105° entflammt, weshalb es in einem solchen Falle, um ein sicheres Urtheil fällen zu könneu, nothwendig ist, eine sorgfältige Controlbestimmung auszuführen. Das zu gebrauchende Eichenholz muß langfaserig und zähe, wo möglich etwas feucht sein, damit die Flamme gleichförmig und so klein als möglich brenne. Die Dicke des Stäbchens darf die Stärke einer großen Stecknadel nicht überschreiten. Das Oel selbst muß durch ein noch heißes, verkohltes Stückchen Holz von den darauf befindlichen Luftbläschen sorgfältig befreit werden.

Die Versuche von A. H. Elliot[1]), welcher hierzu vier Oelsorten 1, 2, 3 und 4 angewendet hat, gaben, wie aus der nebenstehenden Tabelle ersichtlich ist, folgende Resultate.

Die mit Nr. 1 und 3 bezeichneten Oele waren die besten in der Stadt New York erhältlichen, das mit Nr. 2 bezeichnete Oel war aus einem kleinen Geschäfte der zweiten Avenue und gelbstichig, Nr. 4 war ein Gemenge von Oel Nr. 2 und einer Petroleumnaphta von ca. 0,700 specif. Gew., um den Entflammungspunkt herabzusetzen.

Es ist festgestellt worden (nach Elliot), daß bei den Versuchen mit den verschiedenen Oelen rasches Erhitzen einen zu niederen Entzündungspunkt ergiebt, und daß es schwer möglich ist, eine Spirituslampe zu erhalten, die langsam erwärmt, der Fehler des zu raschen Erhitzens ist die Folge der zu kleinen Menge des Wassers im Wasserbade.

Das Material, aus dem die Oelschale bereitet ist, ob Metall oder Glas, scheint keinen wesentlichen Einfluß auf die mit diesem Apparate erhaltenen Resultate zu haben. Es zeigt sich bei Untersuchungen unter gleichen Umständen keine erhebliche Differenz bezüglich des Entflammungspunktes.

Bei Benutzung dieses Apparates in einem ruhigen Zimmer mit dunklem Hintergrunde, wobei das Licht von einem Seitenfenster kommt, wurde ein blauer, scharfer Schein, gleichwie die Entzündungsflamme, bei ca. 20° unterhalb des Entflammungspunktes des Oeles beobachtet. Diese Erscheinung wurde wiederholt innerhalb einiger Grade bei derselben Temperatur, wenn dasselbe Oel benutzt wurde, beobachtet. Sie wurde am besten bemerkt bei Verwendung einer Gasflamme von 6 bis 7 mm Entfernung vom Oelspiegel, um die Gase zu entzünden. Es ist dies keine ständige Erscheinung, welche mit dem Erwärmen des Oeles zusammenhängt, sondern eine momentane Erwärmung der Entzündungsflammen, die durch die Mischung entzündlicher Dämpfe mit der umgebenden Luft entstehen, welche aber in zu geringem Maße vorhanden sind, um entzündet zu werden, so lange eine Diffusion mit der Luft stattfinden kann.

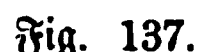
In dieselbe Kategorie von offenen Probern gehören auch die Apparate von Ernecke-Hannemann, von Lenoir, sowie der früher in England und Amerika gebräuchliche Saybolt-Tester. Bei dem letzteren Apparate, welcher in Fig. 137, a. S. 256, mit allen Bestandtheilen abgebildet ist, erfolgt die Entflammung der Dämpfe durch den überspringenden elektrischen Funken. *A* ist ein

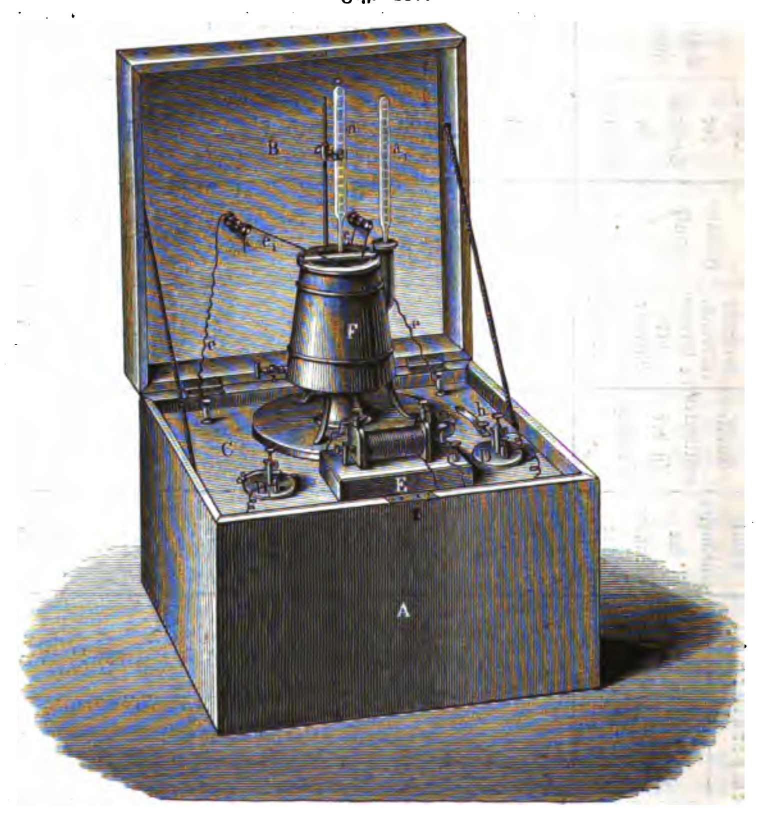
---

[1]) „Report on the Methodes and Apparatus for testing inflammable oils."

Oele Nr.	Specifiſches Gewicht bei (15,5° C.)	Temperatur des Waſſers	Temperatur des Raumes	Temperatur des Oeles	Cubikcentimeter im Waſſerbade	Cubikcentimeter in der Oelſchale	Temperaturintervalle in Graden per Minute	Flammpunkt	Dauer der Verſuche in Minuten	Verſuchsnummer	Bemerkungen
		in Celſiusgraden					in Celſiusgraden				
1	(0,794)	29,4	30,6	29,4	225	60	2,6	40,5	15	1	Das Oel iſt ruhig
1	(0,794)	29,4	30,6	29,4	225	60	3,3	40,5	16	2	
1	(0,794)	29,4	30,6	29,4	225	60	2,44	43,4	18	3	
1	(0,794)	29,4	30,6	29,4	225	60	2,8	43,4	15	4	
1	(0,794)	28,4	28,4	28,4	225	60	2,4	41,2	15	5	Das Oel bewegt ſich
1	(0,794)	28,4	28,4	28,4	225	60	2,5	43,4	15	6	
2	(0,8066)	21,1	21,5	23,9	225	60	2,55	41,5	15	13	Das Oel iſt ruhig
2	(0,8066)	25,5	26,1	25,5	225	60	3,7	42,8	15	14	
2	(0,8066)	25,5	26,1	26,1	225	60	2,5	43,4	15	15	
2	(0,8066)	25,5	26,1	26,1	225	60	4,16	44,5	15	16	
2	(0,8066)	25,5	26,1	26,1	225	60	3,44	45	15	17	Das Oel bewegt ſich
2	(0,8066)	27,6	31,2	27,6	225	60	2,5	44,5	15	28	
2	(0,8066)	27,6	31,2	27,6	225	60	2,79	46,3	15	29	
2	(0,8066)	27,6	31,2	27,6	225	60	3,94	44,4	15	30	
3	(0,794)	18,3	18,3	17,5	225	60	1,33	47,8	25	128	
3	(0,794)	16,5	16,5	16,2	225	60	0,93	48,6	35	129	
3	(0,794)	17,4	16,5	17,4	225	60	1,04	48,6	36	130	
4	(0,8066)	17,4	17,4	17,4	225	60	1,13	34,5	18	131	
4	(0,8066)	17,4	17,4	17,4	225	60	1,13	35,5	19	132	
4	(0,8066)	16,5	16,5	16,2	225	60	1,05	36,1	22	133	

40 cm langer, 38 cm breiter, 34 cm hoher Holzkasten mit Deckel *B*, *C* ist ein Zwischenboden, der herausnehmbar ist, und auf welchen die übrigen Apparattheile aufgestellt, resp. unter welchem sie beim Transporte geborgen werden. $D D_1$ sind die Deckel zweier im Kasten stehenden Chromsäureelemente, *h* ist ein Stromunterbrecher in Form einer Druckfeder mit Isolirknopf, *E* ein kleiner Inductionsapparat, von welchem aus eine Leitung durch Spiralen *e e* und Messingdrähte e_1 e_1 zur Funkenentladung über den eigentlichen Petroleumprüfer *F* führt. Hier ist *a* das


Fig. 137.



Thermometer für den Oelbehälter, a_1 ein ebensolches für das Wasserbad. Aus Fig. 138 sind die übrigen Details von *F* zu ersehen. *b* ist der gläserne Petroleumbehälter von 5 cm Höhe, *c* ein kleiner Balken aus Ebonit, durch die Messingstifte *d d* gehalten, *f f* zwei Messingstreifen, gegen die Mitte zu in Platindrähte endigend, die den Ebonitbalken durchsetzen und sich unterhalb desselben so gegenüberstehen, daß der Funken überspringen kann. Ob letzteres stattfindet, läßt sich durch ein in der Mitte des Balkens befindliches Loch von oben her beobachten.

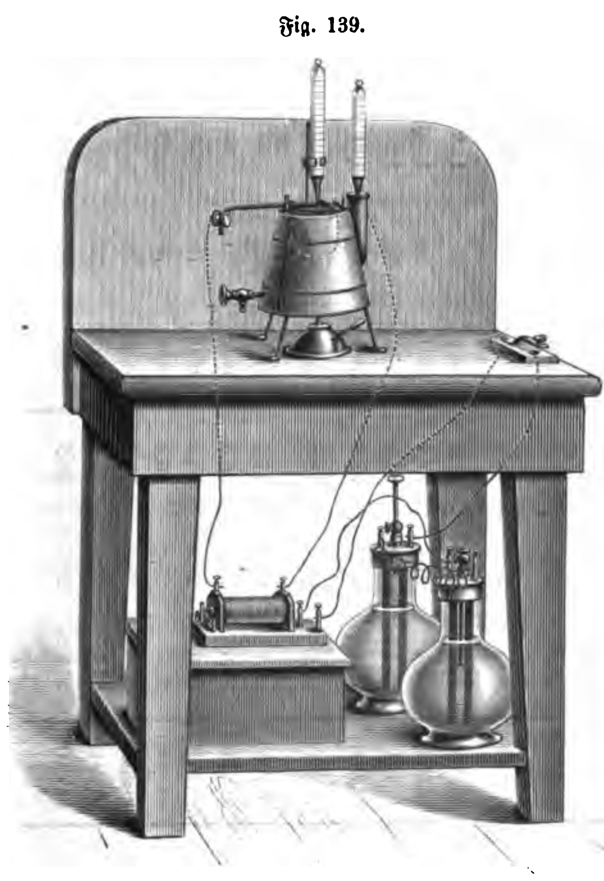
Derselbe Apparat kann auch wie in Fig. 139 eingerichtet sein, wo die verschiedenen Details aus der Zeichnung ersichtlich sind.

Fig. 138.



Bei Ausführung einer Probe füllt man das Wasserbad *F* so weit mit Wasser, daß der Oelbehälter fast bis zum Rande eintaucht, erwärmt bis auf 100° F. (38° C.) und nimmt die Lampe weg. Man füllt nun den Oelbehälter bis ca. 3 mm unter den Rand mit Oel, wischt das Oel vom Rande mittelst Filtrirpapier weg, entfernt eventuell vorhandene Luftblasen, setzt sorgfältig in das Bad ein und senkt das Thermometer so in das Oel ein, daß das Quecksilbergefäß noch gerade bedeckt ist. Sobald die Temperatur des Oeles auf 90° F. (32° C.) gestiegen ist, läßt man durch einen ganz kurzen Druck auf den Knopf des Stromunterbrechers den Funken überspringen und wiederholt, nachdem man die Lampe wieder untergesetzt hat, das Ueberspringen von 2 zu 2° oder 3 zu 3° F. so lange, bis die Entflammung eintritt. Die Temperatur des Oeles soll beim Einsetzen ins Wasserbad nicht unter 55° F. (12½° C.) und nicht über 70° F. (21° C.) betragen. Bei Oel mit 110° F. (43,3° C.) Entflammungspunkt und darüber prüft man bei 90° F. (32° C.), 95° F. (35° C.), 100° F. (38° C.), 104° F. (40° C.), 108° F. (42° C.), 110° F. (43,3° C.), 112° F. (44,5° C.) u. 115° F. (46° C.); bei Oel

Fig. 139.



Oel Nr.	Specifisches Gewicht bei (15,5° C.)	Temperatur des Wassers (in Celsiusgraden)	Temperatur des Raumes (in Celsiusgraden)	Temperatur des Oeles (in Celsiusgraden)	Cubikcentimeter im Wasserbade	Cubikcentimeter im Oelbade	Temperaturintervalle in Graden per Minute (in Celsiusgraden)	Flammpunkt (in Celsiusgraden)	Dauer der Versuche in Minuten	Versuchsnummer	Bemerkungen
2	(0,8066)	26,6	28,8	27,4	880	60	1,04	56,5	30	31	Thermometer 6 mm tief, Entladung 6 mm von der Oeloberfläche
2	(0,8066)	26,6	28,4	27,4	880	70	1,15	50,4	30	32	
2	(0,8066)	26,6	28,4	27,4	880	60	1,44	55,5	30	33	Thermometer 6 mm tief, Entladung 6 mm vom Oele
2	(0,8066)	26,6	28,4	27,4	880	70	1,5	51,7	30	34	Thermometer 6 mm tief, Funken 6 mm vom Oele
3	(0,794)	26,1	27,4	27,4	880	70	1,39	52,3	30	35	
3	(0,794)	26,1	27,4	27,4	880	70	1,39	49,6	30	36	
3	(0,794)	26,1	27,4	27,4	880	70	1,44	49,6	30	37	
3	(0,794)	26,1	27,8	18,3	880	70	2,0	51,3	30	38	Thermometer und Funken wie in Nr. 34 bis 37, das Oel war abgekühlt
3	(0,794)	26,1	27,8	17,4	880	70	1,39	50	30	39	Wie in Nr. 34 bis 37
4	(0,8066)	26,6	27,4	26,8	880	70	1,39	36,8	20	44	
4	(0,8066)	26,6	27,4	26,8	880	70	1,33	38,9	20	45	
4	(0,8066)	26,6	27,4	26,8	880	70	1,28	36,1	20	46	
1	(0,794)	26,6	27,4	26,8	880	70	1,66	48,9	30	47	
1	(0,794)	26,6	27,8	26,8	880	70	1,7	51,2	30	48	
1	(0,794)	26,6	28,4	26,8	880	70	1,44	48,9	30	49	

von 120° F. (48,8° C.) und aufwärts prüft man bei 100° F. (38° C.), 105° F. (40½° C.), 110° F. (43,3° C.), 115° F. (46° C.), 118° F. (47,7° C.), 120° F. (48,8° C.), 122° F. (50° C)., 125° F. (51,6° C.).

Die leichte Ueberwachung des Apparates ermöglicht es, mehrere Proben neben einander auszuführen und selbstverständlich lassen sich auch mittelst eines Inductionsapparates bei Anbringung der nöthigen Verbindungs- und Unterbrechungsvorrichtungen die Funken für mehrere und zu gleicher Zeit functionirende Apparate erzeugen.

Wie alle Petroleumprüfer mit offenem Oelbehälter, zeigt auch der sonst sehr exact functionirende Saybolttester den Uebelstand, daß er den Entflammungspunkt zu hoch angiebt. Es erklärt sich dies leicht: aus der Fortführung der aus dem Oele tretenden Dämpfe, durch den vom Apparate aufsteigenden warmen Luftstrom und durch sonstige zufällige Luftbewegungen. Ein zu hoher Entflammungspunkt wird auch erhalten, wenn man das Oelniveau einige Millimeter niedriger hält. Aber selbst wenn man die vorgeschriebenen Vorsichtsmaßregeln beobachtet, differiren die Resultate mit ein und demselben Oel unter sich nicht unerheblich; nach zahlreichen Versuchen, die von Engler angestellt worden sind, um etwa 2° C.

In der nebenstehenden Tabelle sind die von Elliot[1]) in diesem Apparate mit denselben Oelen, die er bei dem Apparate von Tagliabue gebraucht, erzielten Resultate, ersichtlich.

B. Apparate mit geschlossenem Oelbehälter.

Diese Apparate liefern jedenfalls zutreffendere Resultate insofern, als sich die ganze Construction derselben mehr den Einrichtungen einer Lampe nähert. Das Petroleum befindet sich in denselben unter ganz ähnlichen Bedingungen, wie im Behälter einer Petroleumlampe, es entwickeln sich allmälig brennbare Dämpfe, die sich im leeren Theile des Gefäßes ansammeln, mit Luft vermischen und beim Entzünden explodiren. Die Resultate in diesen Apparaten sind auch unter sich übereinstimmender, da die Oeldämpfe meist gar nicht der Fortführung durch den warmen Luftstrom ausgesetzt sind. Als Beispiele seien hier die Apparate von Abel, Bernstein, Braun, Engler, Heumann, Victor Meyer, Haas und von Beilstein beschrieben.

Apparat von Abel. Dieser Apparat ist seit dem Jahre 1882 im Deutschen Reiche für die amtliche Controle des Petroleums eingeführt und in Fig. 140 bis 143, a. f. S., abgebildet[2]). Seinem Princip nach besteht er aus einem im Wasserbade erwärmten und durch Deckel verschlossenen Petroleumbehälter, in welchen bis zu einer bestimmten Marke das Petroleum eingefüllt ist. Durch den Deckel taucht das Thermometer in das Petroleum ein, außerdem zeigt ersterer Oeffnungen, welche mittelst eines Schiebers geöffnet und geschlossen werden können. Durch ein kleines Treibwerk geschieht die Bewegung des Schiebers

[1]) „Report on the Methodes and Apparatus for testing inflammable oils." — [2]) Chemikerzeitung 1882, S. 446.

selbstthätig und durch die gleiche Bewegung wird jedesmal das Flämmchen einer kleinen, im Zapfen hängenden Lampe so nach abwärts bewegt, daß das kleine

Fig. 140. Fig. 141.

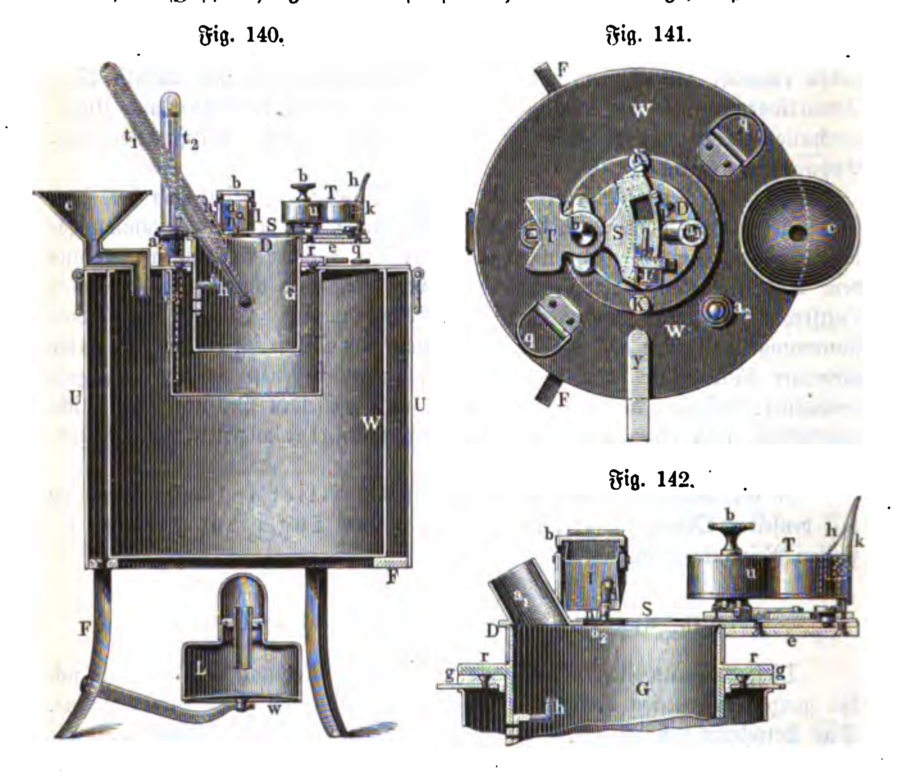
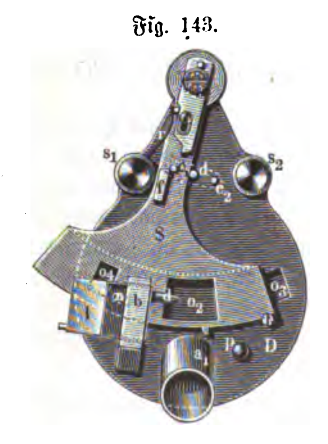


Fig. 142.

Zündflämmchen derselben gerade in die mittlere Oeffnung geführt wird, während der Schieber zurückgezogen ist. Das Zündflämmchen kommt also jedesmal mit dem Petroleumdampf in Berührung, zieht sich aber nach' jedesmaliger Berührung zurück, während sich zu gleicher Zeit die Oeffnungen durch den Schieber schließen. Dies wiederholt sich so oft, bis die Entflammung eintritt. *G* ist der Petroleumbehälter aus Messing, daran der Messingring *r* mit den beiden Knöpfen *K* zum Ausheben von *G*, der spitze Zacken *h* dient als Niveaumarke für das einzufüllende Petroleum. *D* ist der übergreifende Deckel, dessen nähere Einrichtung aus den Fig. 141 bis 143 hervorgeht. An die kreisförmige Deckelscheibe schließt sich eine Verlängerung mit Drehzapfen für den Drehschieber *S*, unten sind die beiden Säulchen s_1 und s_2 zur Befestigung des Triebwerkes *T* befindlich. Zum

Fig. 143.



Schutze vor der strahlenden Wärme ist die Verlängerung unten mit Ebonit e bekleidet. Dem Ansatz gegenüber befindet sich der Rohrstutzen a_1 zur Aufnahme des Thermometers t_1, daneben der Bügel b zur Aufnahme des in zwei Zapfen eingehängten Lämpchens l mit Zündflämmchen und Metallstift, dabei eine weiße Perle p mit 3,75 mm Durchmesser, welche als Größenmaß für das Zündflämmchen dient. In der Deckelplatte D sind drei viereckige Löcher $o_2\, o_3\, o_4$ eingeschnitten, mit welch letzteren zwei Oeffnungen des Drehschiebers S durch Drehung in Correspondenz gesetzt werden können.

Das Triebwerk T ist dazu bestimmt, selbstthätig eine langsame und gleichmäßige Bewegung des Drehschiebers S derart zu bewirken, daß die nach und nach eintretende Oeffnung der Löcher $o_2\, o_3\, o_4$ gerade zwei Secunden dauert, und daß zum Schluß der Schieber S schnell wieder in seine Anfangslage zurückschnellt und die Löcher verschließt. W ist ein Wasserbehälter, aus zwei Metallcylindern mit flachem Boden bestehend, der innere Cylinder muß aus Kupfer, der äußere sowie der Boden können auch aus Messing angefertigt sein. Der ringförmige Raum zwischen beiden Cylindern ist oben durch eine hart angelöthete Ringplatte aus Kupfer abgeschlossen; es bleibt also nur der innere Cylinder oben offen, so daß der Petroleumbehälter G eingesetzt werden kann; g ist ein nach innen etwas überstehender Ebonitring zur Verhinderung der Wärmeleitung. Die Deckelplatte des Behälters W trägt ferner noch den Rohrstutzen a_2 zur Aufnahme des Thermometers t_2, ferner den Trichter c zum Einfüllen des Wassers in W; außerdem zwei Messingringe $g\,g$, durch Röhre y wird das überschüssige Wasser abgeleitet. F ist der Dreifuß, auf welchem der Behälter W aufsitzt, U ein unten offener, oben geschlossener Blechmantel aus Kupfer oder Messing, L eine Spirituslampe auf der Platte w an Fuß F befestigt. Die Scala des für die Messung des Petroleums bestimmten Thermometers t_1 ist in halbe Grade getheilt und geht von + 10 bis + 35°, das Thermometer t_2 für das Wasserbad zeigt dagegen nur ganze Grade und geht von + 50 bis + 60°, Theilstrich 55° ist roth angezeichnet. Endlich ist dem Prober noch eine Glaspipette zum Einfüllen des Petroleums, sowie eine Lehre (Profilmaßstab) zum Controliren der Dimensionen des Apparates beigegeben und das Ganze ist in einem Holzkasten eingeschlossen. In dem Deckel des letzteren läßt sich ein Metallbarometer anbringen.

Bei der auszuführenden Probe hat man den Apparat in möglichst zugfreiem Raume von mittlerer Zimmertemperatur aufzustellen und das Petroleum in einer geschlossenen Flasche in demselben Raume so lange stehen zu lassen, bis es die Temperatur desselben angenommen hat. Das Wasser wird mittelst der Spirituslampe auf 44,5 bis 55° (rothe Marke) gebracht, das Petroleum in G so weit mit der Pipette sorgfältig eingefüllt, daß gerade noch die oberste Spitze von h etwas herausragt. Sofort muß dann der Deckel D aufgesetzt und das Petroleumgefäß G in den Behälter W, ohne das Petroleum zu schütteln, eingesetzt werden. Man beseitigt die Spirituslampe und gleicht, falls die Temperatur des Wassers über 55° gestiegen sein sollte, durch Nachgießen von kaltem Wasser aus. Nähert sich die Temperatur des Petroleums (Thermometer t_1) dem zu erwartenden Entflammungspunkte, so wird das Zündflämmchen an d angesteckt und mittelst eines Stiftes auf die Größe der daneben befindlichen Perle p eingestellt; desgleichen

wird das Triebwerk T durch Drehung des Knopfes b aufgezogen; hat nun das Petroleum den für den Beginn des Probens vorgeschriebenen Wärmegrad erreicht, so drückt man mit der Hand gegen den Auslösungshebel h, worauf der Drehschieber sich in Bewegung setzt, die Löcher im Deckel auf zwei Secunden in Communication bringt, also öffnet, während gleichzeitig das Flämmchen durch Anschlagen des Stiftes n an das im Zapfen aufgehängte, als pendelnd bewegliche Lämpchen l sich der mittleren Oeffnung, bezw. der Oberfläche des Petroleums nähert. Mit dem Drehschieber geht auch das Lämpchen sofort zurück. Man wiederhole nun diese Operation jeden halben Grad so oft, bis eine durch plötzlichen blauen Lichtschein kenntliche Entflammung eintritt. Derjenige Wärmegrad, bei welchem die Zündvorrichtung mit deutlicher Entflammung in Bewegung gesetzt worden war, bezeichnet den Entflammungspunkt des Petroleums. Dieser Versuch wird jetzt sofort mit einer neuen Portion Petroleum wiederholt. Petroleumbehälter, Thermometer und Gefäßdeckel werden zuvor mit einem Tuche ausgetrocknet, ersterer auch durch Einsetzen in kaltes Wasser gekühlt. Ergiebt sich eine Differenz von 1° oder mehr, so muß eine dritte Probe gemacht und das Mittel aus diesen drei Bestimmungen genommen werden.

Vor Beginn der Untersuchung wird der Stand eines geeigneten, im Arbeitsraume befindlichen Barometers in ganzen Millimetern abgelesen und auf Grund desselben aus nachfolgender Tafel derjenige Wärmegrad des Petroleums ermittelt, bei welchem das Proben durch das erste Oeffnen des Schiebers zu beginnen hat.

Bei einem Barometerstande			erfolgt der Beginn des Probens
von	685	bis einschließlich 695 mm	bei + 14 °C.
von mehr als	695	„ „ 705 „	„ + 14,5 „
„ „ „	705	„ „ 715 „	„ + 15 „
„ „ „	715	„ „ 725 „	„ + 15,5 „
„ „ „	725	„ „ 735 „	„ + 16 „
„ „ „	735	„ „ 745 „	„ + 16 „
„ „ „	745	„ „ 755 „	„ + 16,5 „
„ „ „	755	„ „ 765 „	„ + 17 „
„ „ „	765	„ „ 775 „	„ + 17 „
„ „ „	775	„ „ 785 „	„ + 17,5 „

Da nach den Untersuchungen im kaiserlichen Gesundheitsamt der Entflammungspunkt von dem Luftdruck bezw. Barometerstand abhängig ist, so reducirt man bei genauen Bestimmungen noch auf den Normalbarometerstand, wozu die nebenstehende Umrechnungstabelle dient. Man liest während der Probe den jeweiligen Barometerstand ab und sucht in der diesem Barometerstande entsprechenden Verticalspalte diejenige Gradangabe, welche dem beobachteten Entflammungspunkte am nächsten kommt.

In der Zeile, in der die hiernach berechnete Gradangabe steht, geht man bis zu derjenigen Verticalspalte, welche oben mit 760 überschrieben ist (fett gedruckt). Die Zahl, bei welcher obige Zeile und Spalte zusammentreffen, bedeutet den auf normalen Barometerstand reducirten Entflammungspunkt.

Barometerstand in Millimetern																				
685	690	695	700	705	710	715	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	785
Entflammungspunkte nach Graden des hunderttheiligen Thermometers																				
16,4	16,6	16,7	16,9	17,1	17,3	17,4	17,6	17,8	18,0	18,1	18,3	18,5	18,7	18,8	19,0	19,2	19,4	19,5	19,7	19,9
16,9	17,1	17,2	17,4	17,6	17,8	17,9	18,1	18,3	18,5	18,6	18,8	19,0	19,2	19,3	19,5	19,7	19,9	20,0	20,2	20,4
17,4	17,6	17,7	17,9	18,1	18,3	18,4	18,6	18,8	19,0	19,1	19,3	19,5	19,7	19,8	20,0	20,2	20,4	20,5	20,7	20,9
17,9	18,1	18,2	18,4	18,6	18,8	18,9	19,1	19,3	19,5	19,6	19,8	20,0	20,2	20,3	20,5	20,7	20,9	21,0	21,2	21,4
18,4	18,6	18,7	18,9	19,1	19,3	19,4	19,6	19,8	20,0	20,1	20,3	20,5	20,7	20,8	21,0	21,2	21,4	21,5	21,7	21,9
18,9	19,1	19,2	19,4	19,6	19,8	19,9	20,1	20,3	20,5	20,6	20,8	21,0	21,2	21,3	21,5	21,7	21,9	22,0	22,2	22,4
19,4	19,6	19,7	19,9	20,1	20,3	20,4	20,6	20,8	21,0	21,1	21,3	21,5	21,7	21,8	22,0	22,2	22,4	22,5	22,7	22,9
19,9	20,1	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	21,1	21,3	21,5	21,6	21,8	22,0	22,2	22,3	22,5	22,7	22,9	23,0	23,2	23,4
20,4	20,6	20,7	20,9	21,1	21,3	21,4	21,6	21,8	22,0	22,1	22,3	22,5	22,7	22,8	23,0	23,2	23,4	23,5	23,7	23,9
20,9	21,1	21,2	21,4	21,6	21,8	21,9	22,1	22,3	22,5	22,6	22,8	23,0	23,2	23,3	23,5	23,7	23,9	24,0	24,2	24,4
21,4	21,6	21,7	21,9	22,1	22,3	22,4	22,6	22,8	23,0	23,1	23,3	23,5	23,7	23,8	24,0	24,2	24,4	24,5	24,7	24,9
21,9	22,1	22,2	22,4	22,6	22,8	22,9	23,1	23,3	23,5	23,6	23,8	24,0	24,2	24,3	24,5	24,7	24,9	25,0	25,2	25,4
22,4	22,6	22,7	22,9	23,1	23,3	23,4	23,6	23,8	24,0	24,1	24,3	21,5	24,7	24,8	25,0	25,2	25,4	25,5	25,7	25,9

Hat man z. B. gefunden Entflammungspunkt 21°, Barometerstand 745 mm, so ergiebt sich aus der Tabelle ein Entflammungspunkt von 21,5°. Bei zwei oder drei Proben muß das Mittel genommen werden. Beträgt dies z. B. 21,46°, so wird es auf 21,5° abgerundet und desgleichen wird auch der Barometerstand auf eine der Spaltenzahlen abgerundet. War er z. B. 739, so geht man in Spalte 740 und sucht darin diejenige Gradangabe, welche 21,5° am nächsten kommt, das ist 21,3°, alsdann in derselben Zeile der Spalte bei 760 die entsprechende corrigirte Gradangabe, das ist 22,0°. Diese corrigirte Gradzahl ist bei amtlicher Controle des Petroleums maßgebend; sie darf nicht weniger als 21° betragen.

Der Abel'sche Prober hat eine „Controllehre" beigelegt, durch welche man im Stande ist, zu jeder Zeit feststellen zu können, ob die drei nachfolgenden Abstände:

a) der Abstand der Spitze der Füllungsmarke vom oberen Rande des Petroleumgefäßes,

b) der Abstand des tiefliegenden Punktes der Innenkante der Tüllenmündung von der unteren Fläche der Deckelplatte bei tiefster Senkung der Lampe,

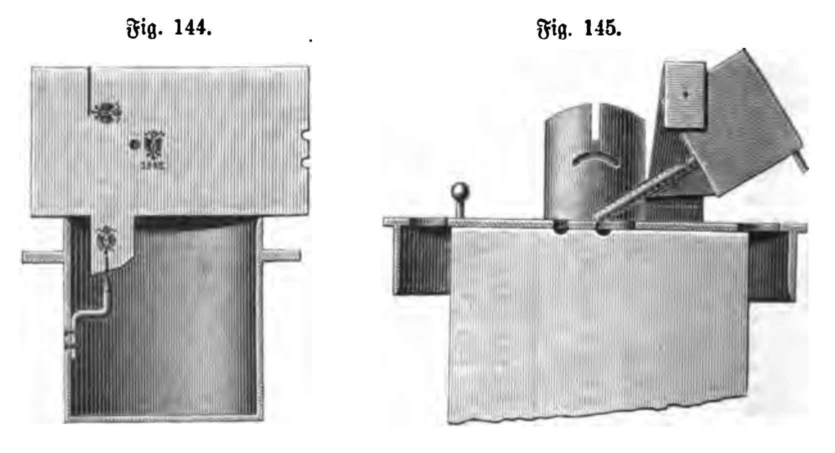


Fig. 144. Fig. 145.

c) der Abstand der Mitte der Kugel des Thermometers t_1 von der unteren Fläche der Deckelplatte, sowie die Tüllenmündung seit der durch die kaiserliche Normalaichungscommission bewirkten Beglaubigung des Probers eine Veränderung erfahren haben oder nicht.

Die nachfolgenden Figuren 144 bis 147 stellen die Controllehre in ihren vier verschiedenen Anwendungen dar, und zwar Fig. 144, 146 und 147 in $^1/_2$, Fig. 145 in $^1/_1$ natürlicher Größe. Die Lehre ist eine rechteckige Stahlplatte, deren eine Längsseite einen Fortsatz von 17 bis 19 mm Höhe (Fig. 144 und 147) trägt, über deren eine Breitseite ein kurzer, von zwei Hohlkehlen eingeschlossener Vorsprung (Fig. 145) in geringer, für verschiedene Prober verschiedener, jedenfalls aber unter 1,5 mm verbleibender Höhe hervorragt, und in welche ein oben zugespitzter Stift (Fig. 146) fest eingelassen ist.

Behufs Controlirung des Abstandes unter *a* wird die Lehre in der durch Fig. 144 angedeuteten Weise auf den oberen Rande des Gefäßes so aufgesetzt, daß die schräg verlaufende schmale Fläche des Fortsatzes gerade über der Spitze der Füllungsmarke zu liegen kommt. Die Spitze muß sich dann in der Verlängerung des auf dem Fortsatz eingerissenen Striches vorfinden, wenn der Abstand unter *a* eine Veränderung nicht erfahren hat. Um diese Controle scharf auszuführen, wird die Lehre zuvörderst so auf den Gefäßrand gesetzt, daß der Fortsatz an die linke Seite der Gefäßwand aufstößt, hierauf wird die Lehre behutsam nach rechts verschoben, bis der Fortsatz sich auf die Marke aufstützt.

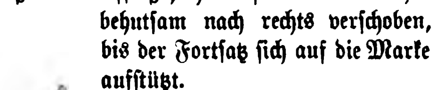


Fig. 146.

Behufs Controlirung des Abstandes unter *b* wird die tiefste Senkung der Lampe dadurch herbeigeführt, daß man das Triebwerk in Gang setzt und den Drehschieber in dem Moment festhält, in welchem die drei Oeffnungen des Deckels ganz aufgedeckt sind. Sodann steckt man durch die kleinere Durchbrechung des Schiebers und die darunter liegende Deckelöffnung hindurch einen Holzkeil oder dergl. und verhindert damit die Lampe ihre tiefste Stellung wieder zu verlassen. Hierauf wird die Lehre in der durch Fig. 145 (der Deutlichkeit wegen ist der Schieber hier weggelassen worden) angedeuteten Weise an die innere Fläche der Deckelplatte so angelegt, daß ihr Vorsprung an die Tüllenmündung anstößt. Hierbei muß der tiefste Punkt der Innenkante der letzteren in die Verlängerung der schmalen Stirnfläche des Vorsprunges zu liegen kommen, wenn der Abstand unter *b* eine Veränderung nicht erfahren hat.

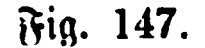
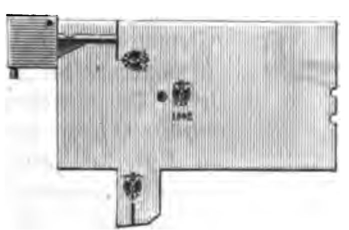


Fig. 147.



Behufs Controlirung des Abstandes unter *c* wird in der durch Fig. 146 angedeuteten Weise die dem Vorsprung gegenüberliegende Seite der Lehre an die innere Fläche der Deckelplatte so angelegt, daß die Einsatzspitze dem in dem Deckel eingeschobenen Thermometer t_1 zugekehrt ist. Hierbei muß die Spitze gerade auf die Mitte der Thermometerkugel hinweisen, wenn der Abstand unter *c* eine Veränderung nicht erfahren hat.

Behufs Controlirung der Tüllenmündung wird in der durch Fig. 147 angedeuteten Weise die dem Vorsprung gegenüberliegende Seite der Lehre an diejenige Fläche des Lampenkastens angelegt, welche die Drahttülle trägt, worauf die Tüllenmündung, wenn sie eine Veränderung nicht erfahren hat, mit dem auf der Lehre rechtwinklig zu ihren Längsseiten eingerissenen Strich scharf abschneiden

muß. Eine Veränderung der Tüllenmündung ist auch dann eingetreten, wenn dieselbe nur in ihrem oberen oder nur in ihrem unteren Theile den Strich nicht erreicht bezw. überschreitet.

Bei dem in England eingeführten Abelapparate, der im Großen und Ganzen die gleiche Einrichtung wie der eben beschriebene besitzt, befindet sich kein Triebwerk zur selbstthätigen Bewegung des Schiebers und der Zündlampe, vielmehr wird der Schieber, wie aus nebenstehender, bloß den Petroleumbehälter *A* verdeutlichenden Fig. 148 hervorgeht, durch Griff *d* vor- und rückwärts bewegt. Bei der Bewegung nach rückwärts schlägt ein Stift an die Lampe *c*, so daß sie sich nach vorn neigt und mit der Zündflamme in die mittlere Oeffnung taucht.

Fig. 148.

Die von Elliot[1]) ausgeführten Untersuchungen mit den wie bei dem Tagliabue'schen Tester angewendeten vier Oelsorten ergaben, wie aus der nebenstehenden Tabelle ersichtlich, nachstehende Resultate.

Ein Petroleumprober, welchen Engler im Anschluß an den an gleicher Stelle näher beschriebenen Naphtometer von Parrish construirt hat[2]), ist in Fig. 149 bis 151, a. S. 268, abgebildet.

A ist der Wasserbehälter, bestehend aus einem 14 cm hohen und ebenso weiten Gefäß aus Messing oder Kupfer und dem Einsatz *BB*, welche beide oben durch den hermetisch aufsitzenden Deckel mit einander verbunden sind; *a* ist der Einfülltrichter, *b* das Abflußrohr für das Wasser. Der Petroleumbehälter *C* hängt derart in *BB*, daß zwischen beiden ein Luftraum frei bleibt, auch ist der Rand von *C* mittelst Ebonitring vor directer metallischer Berührung und

[1]) Report on the Methodes and Apparatus for testing inflammable oils. — [2]) Fresenius, Zeitschr. 20, 1.

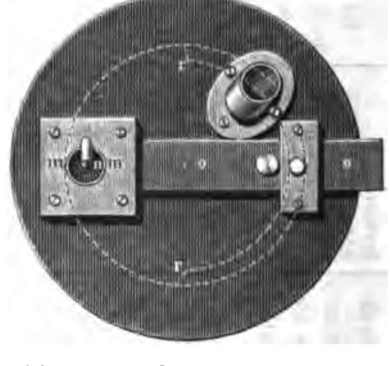
Oele Nr.	Specifisches Gewicht bei (15,5° C.)	Temperatur des Wassers (in Celsiusgraden)	Temperatur des Raumes (in Celsiusgraden)	Temperatur des Oeles (in Celsiusgraden)	Cubikcentimeter im Wasserbade	Cubikcentimeter in der Oelschale	Temperaturintervalle in Graden per Minute (in Celsiusgraden)	Flammpunkt (in Celsiusgraden)	Dauer des Versuchs in Minuten	Versuchsnummer	Bemerkungen
4	(0,8066)	25,5	28,4	27,8	21,30	75	0,22	29,4	10	50	Entflammte unter Oelbewegung (50–53)
4	(0,8066)	37,2	28,4	14,5	21,30	75	1,13	24,5	10	51	
4	(0,8066)	38,9	28,4	11	21,30	75	1,33	24,5	10	52	
4	(0,8066)	37,6	28,4	11	21,30	75	1,13	25,5	10	53	
4	(0,8066)	54,5	30	11	21,30	75	2,4	25,5	10	54	Entflammte mit Gasentweichung (54–66)
4	(0,8066)	54,5	30	11	21,30	75	2,2	23,9	10	55	
4	(0,8066)	54,5	29,4	11	21,30	75	2,00	23,4	10	56	
2	(0,8066)	54,5	29,4	12,2	21,30	75	1,44	38,9	20	57	
2	(0,8066)	54,5	29,4	12,8	21,30	75	1,22	38,9	25	58	
2	(0,8066)	54,5	27,8	13,6	21,30	75	1,33	38,9	20	59	
3	(0,794)	54,5	27,8	13,6	21,30	75	1,22	38,9	25	60	
3	(0,794)	54,5	27,8	13,6	21,30	75	1,22	38,9	25	61	
3	(0,794)	54,5	25,5	13,6	21,30	75	1,13	39,5	25	62	
1	(0,794)	54,5	26,1	12,8	21,30	75	0,94	41,2	30	63	
1	(0,794)	54,5	26,1	12,8	21,30	75	1,04	40	30	64	
1	(0,794)	54,5	29,4	12,8	21,30	75	1,22	38,9	25	65	
1	(0,794)	54,5	29,4	12,8	21,30	75	1,13	38,9	25	66	

zu starker Wärmeleitung von $B B$ aus geschützt; q ist das Thermometer, E ein kleiner Glascylinder, der durch Drehung um das Scharnier s über den kleinen Ansatz des Deckels gestützt werden kann. Fig. 150 und 151 zeigen die einzelnen Theile des Deckels. $m m$ ist ein kleiner Rohrstutzen mit Dochtdille n, welche seitlich eintritt, $o o$ ein Schieber zum Verschließen, bezw. Oeffnen von $m m$ und des Loches p, r ein an den Deckel angelöthetes halbringförmiges Loch, welches bei aufgesetztem Deckel in das Oel eintaucht, so daß die während des jedesmaligen Entflammungsversuches durch p eintretende Luft in den durch jenes Blech und die Gefäßwandung gebildeten ringförmigen Raum treten muß, um von hieraus durch eine Anzahl von Schlitzen von allen Seiten über das Oelniveau gegen $m m$

Fig. 149.



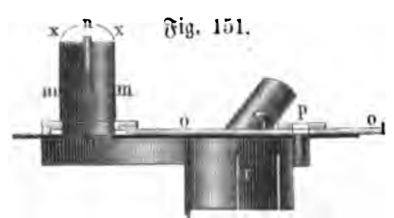
Fig. 150.



zu streichen und die Oeldämpfe zu dem Flämmchen bei n zu führen; $x x$ und z sind Visirdrähte, deren Spitzen die Höhe des Oelflämmchens und der Spiritusflamme angeben.

Gebrauchsanweisung. Man füllt a bis zum Ausfluß bei b mit Wasser, den Oelbehälter bis zur Einfüllmarke mit Oel, setzt den Deckel mit geschlossenem Schieber $o o$ auf, stülpt E über den Ansatz $m m$, entzündet zunächst die Spiritusflamme D, alsdann, während das Thermometer noch mehrere Grade unter der muthmaßlichen Entflammungstemperatur zeigt, das Flämmchen bei n und beginnt mit dem Proben. Dabei zieht man den Schieber $o o$ zurück, läßt fünf Secunden offen und verschließt dann rasch wieder.

Fig. 151.

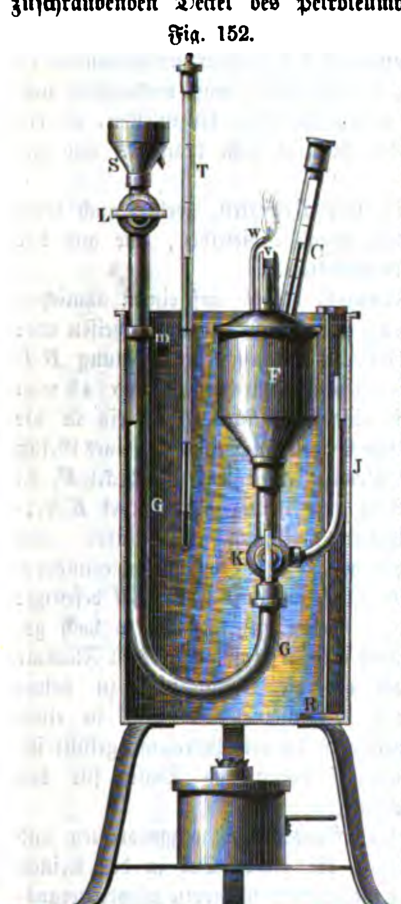


In dieser Weise wird von Grad zu Grad fortgefahren, bis die Entflammung eintritt und durch die dabei stattfindende Luftbewegung das Flämmchen bei n erlischt. In diesem Momente wird die Entflammungstemperatur abgelesen. Bei sofortigem Weiterproben hat man durch a nur so lange kaltes Wasser nachzufüllen, bis das warme bei b abgelaufen ist, das Petroleumgefäß mit frischem Oel zu beschicken u. s. w.

Bernstein'scher Petroleumprüfer.

Bei diesem Apparate (Fig. 152) befindet sich das Petroleum in einem abgeschlossenen Behälter *F*, der seinerseits vermittelst Wasserbad erwärmt wird und aus dem die gebildeten Dämpfe durch Wasserdruck verdrängt werden. Im aufzuschraubenden Deckel des Petroleumbehälters sind zwei von dem zu untersuchenden Petroleum gespeiste Dochte *w* und *v* senkrecht über einander angebracht, von welchem der obere *w* nach erfolgter Erwärmung des Oeles angezündet wird. Außerdem befindet sich im Deckel das Thermometer *C*, dessen Quecksilbergefäß in das Oel eintaucht. Der trichterförmige Boden des Petroleumbehälters communicirt durch die gebogene Röhre *G G* und die Hähne *K* und *L* mit dem Trichter *S*; außerdem kann *S* durch Verstellung des doppelt durchbohrten Hahnes *K* mit Rohr *J* in Communication gebracht werden. *R* ist ein Rührer, *T* ein Thermometer für das Wasserbad, *m* die Marke, bis zu welcher das Wasser eingefüllt wird. Bei Ausführung einer Probe nehme man den Petroleumbehälter aus dem Wasserbade, fülle letzteres bis zur Marke mit Wasser und erwärme dasselbe auf diejenige Temperatur, z. B. 35⁰, welche dem Entflammungsminimum entspricht und erhalte die Wassertemperatur durch Gebrauch des Rührers gleichmäßig. Währenddessen schraube man den Deckel vom Petroleumbehälter ab, stelle Hahn *K* horizontal, *L* vertical. Mittelst eines beigegebenen Maßfläschchens wird nun die richtige Menge Petroleum in *F* eingefüllt, der Deckel wieder aufgeschraubt und das Wasser durch *S* eingegossen, bis es oben aus *J* ausfließt. Hahn *K* wird nun senkrecht, Hahn *L* horizontal gestellt, der ganze Apparat in das Wasserbad eingesetzt und Trichter *S* bis zum seitlichen Ausflußröhrchen mit Wasser gefüllt. Das Petroleum erwärmt sich und die dadurch bewirkte Abkühlung des Wassers wird durch Wiedererwärmen auf 35^0 ausgeglichen, bis Wasser und Petroleum die gleiche Temperatur erreicht haben. Nun wird der Docht *w* angezündet und Hahn *L* geöffnet (senkrecht gestellt), worauf das Wasser aus Trichter *S* nach *F*

Fig. 152.



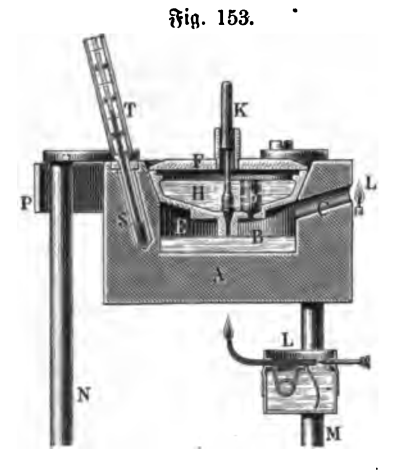
drückt und von hier die gebildeten Petroleumdämpfe durch das kleine, um den unteren Docht befindliche Röhrchen heraustreibt. Entzündet sich hierbei der untere Docht von dem oberen aus, so liegt das Entflammungsminimum unter der betreffenden Temperatur, hier also unter 35°, und das Petroleum ist nicht zulässig. Nach jedem Versuch wird der Petroleumbehälter mit kaltem Wasser ausgespült.

Dieser Apparat giebt bei sorgfältigem Arbeiten nach den von Engler damit ausgeführten Versuchen sehr befriedigende Resultate, hat aber den Nachtheil, daß er bei einmaliger Probe nur erkennen läßt, ob bei der bestimmten Temperatur Entflammung eintritt oder nicht. Die Feststellung des Entflammungspunktes ist dadurch, daß man für jede Bestimmung wieder frisch füllen muß, umständlich und zeitraubend. Wenn es sich dagegen nur darum handelt, festzustellen, ob ein Petroleum zulässig ist oder nicht, so ist der Apparat recht brauchbar und zuverlässig.

Nach den Versuchen von Elliot mit vier Oelsorten, welche auch beim Saybolt'schen Tester angewendet wurden, ergaben dieselben, wie aus der nebenstehenden Tabelle ersichtlich ist, folgende Resultate.

Der Petroleumprüfer von O. Braun[1]) beruht auf einem ähnlichen Princip. In Fig. 153 bedeutet *A* einen 6 kg schweren Block aus Gußeisen oder Kupfer, in welchem eine Höhlung *BE* von 75 mm Durchmesser und 45 mm Tiefe eingedreht ist, *H* ist ein in die conische Erweiterung eingeschliffenes Gefäß aus Bronze mit einem Glasdeckel *F*, in welchem eine kleine, durch Kork *K* verschließbare Oeffnung sich befindet. Im Boden von *H* ist ein kleiner Hohlcylinder *b* befestigt. *L* ist eine am Fuße *M* befestigte Lampe, welche gedreht und so hoch geschraubt werden kann, daß deren Flamme gerade vor die Oeffnung *C* zu stehen kommt. Thermometer *T* steckt in einer Bohrung *S*, die mit Petroleum gefüllt ist. *P* und *N* bilden das Stativ für den Apparat.

Fig. 153.



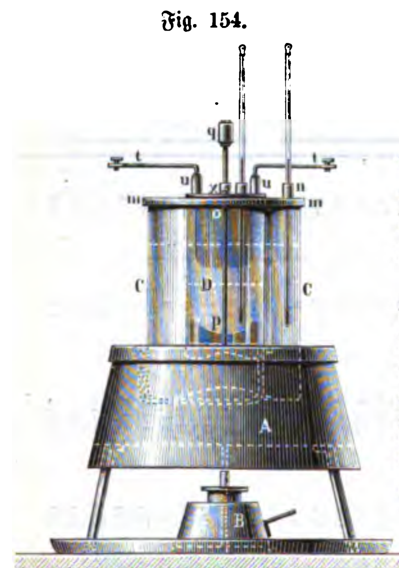
Bei Ausführung einer Probe wird der Glasdeckel *F* weggenommen und werden 25 ccm Petroleum in *H* eingegossen, bis etwas Oel in den kleinen Ueberlaufcylinder *b* eintritt, aus dem man dasselbe mittelst Pipette wieder herausnimmt. Jetzt wird Stöpsel *K* gehoben, worauf die ersten 25 ccm nach *B* ablaufen, dann werden wieder 25 ccm in *H* eingegossen und der Glasdeckel aufgelegt. Nach drei bis fünf Minuten hat das Oel in *B* die Temperatur des Blockes *A* angenommen. Zehn Minuten, nachdem man das Oel heruntergelassen hat, dreht man das Flämmchen vor *C* und zieht den Stöpsel *K*, worauf das Oel von *H* nach *B* fließt; die Dämpfe von hier werden verdrängt, um sie der

[1]) Chemikerzeitung 1882, S. 384.

Oele Nr.	Specifisches Gewicht bei (15,5° C.)	Temperatur des Raumes (in Celsiusgraden)	Temperatur des Wassers (in Celsiusgraden)	Temperatur des Oeles (in Celsiusgraden)	Cubikcentimeter im Wasserbade	Temperatursteigerung in Graden per Minute in Celsiusgraden	Cubikcentimeter in der Oelschale	Flammpunkt in Celsiusgraden	Dauer des Versuches in Minuten	Untersuchungsnummer	Bemerkungen
1	(0,794)	29,4	30,5	29,4	130	1,04	55	54,5	30	69	
1	(0,794)	29,4	55	29,4	130	3,55	55	54,5	10	70	Das Wasserbad wurde erwärmt, bevor das Oel hineingebracht wurde
1	(0,794)	30	57,2	23,9	130	4,4	55	52,4	6	71	
1	(0,794)	30	57,2	27,8	130	7,55	55	52,8	5	72	
1	(0,794)	30	57,2	27,8	130	4,9	55	54,5	6	73	
4	(0,8066)	30	51,7	22,8	130	8,8	55	35	3	74	
4	(0,8066)	30	50	23,9	130	5,5	55	32	3	75	
4	(0,8066)	30	44,5	23,9	130	4,6	55	37,4	4	76	
4	(0,8066)	29,4	42,1	23,4	130	6,9	55	37,2	3	77	
4	(0,8066)	29,4	40,6	24,5	130	4,06	55	36,5	4	78	
4	(0,8066)	29,4	51,7	23,4	130	9,6	55	32,4	3	79	
4	(0,8066)	29,4	51,7	22,8	130	10	55	32,4	3	80	
4	(0,8066)	29,4	51,7	23,9	130	7,2	55	31,2	3	81	
4	(0,8066)	29,4	51,7	23,9	130	6,1	55	30	3	82	
4	(0,8066)	29,4	51,7	23,9	130	6,1	55	30	3	83	
3	(0,794)	28,4	51,7	21,1	130	3,00	55	54,5	12	84	Wie in Nr. 69 bis 83, das Oel wurde abgekühlt
3	(0,794)	28,4	57,2	21,1	130	3,3	55	54,5	12	85	
3	(0,794)	28,4	57,8	21,1	130	3,6	55	54,5	11	86	
2	(0,8066)	28,8	57,8	21,1	130	5,4	55	53,8	7	87	
2	(0,8066)	28,8	57,8	21,1	130	10,17	55	51,7	4	88	
2	(0,8066)	28,8	54,5	21,1	130	9,44	55	48,9	4	89	
2	(0,8066)	28,8	48,9	21,1	130	3,6	55	46,5	8	90	
2	(0,8066)	28,8	51,7	21,1	130	2,5	55	51,7	14	91	
2	(0,8066)	27,8	26,8	21,1	130	1,04	55	54,5	36	92	
2	(0,8066)	27,8	55,5	21,1	130	3,4	55	53,4	11	93	

Zündflamme zuzuführen. Ist ein explosives Gemisch gebildet, so erlischt die Flamme durch die plötzliche Verbrennung. Auch dieser Apparat gestattet immer nur die Prüfung bei einer bestimmten Temperatur wie der Bernstein'sche. Im Uebrigen ist er sinnreich und einfach construirt.

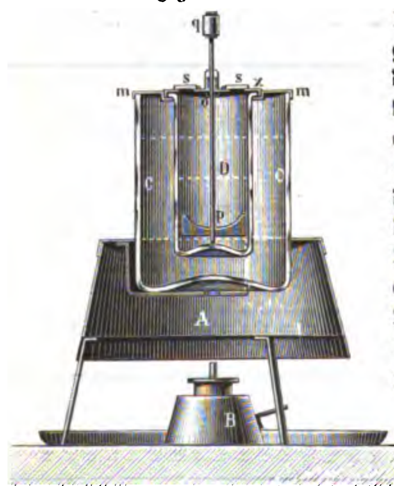
Fig. 154.



Braun hat noch einen auf ähnlichem Princip beruhenden Apparat aus Glas construirt, bei welchem die Dämpfe durch das Wasser des Wasserbades verdrängt werden.

Apparat von Engler. Derselbe schließt sich seinem Princip nach „Entzündung der Petroleumdämpfe durch den elektrischen Funken", theilweise dem Saybolttester an, unterscheidet sich aber von diesem durch das abgeschlossene Oelgefäß, sowie durch die sonstigen Einrichtungen des letzteren und der Heizvorrichtungen. In Fig. 154 ist der Apparat im Aufriß, in Fig. 155, um 90° gedreht, im Verticalschnitt abgebildet. *A* ist ein kupfernes Wasserbad (oberer Durchmesser 15 cm, unterer 18 cm, Höhe incl. Fuß 15 cm), *B* ist das dazu gehörige Spirituslämpchen. Auf dem Wasserkessel befindet sich ein Deckel mit rundem Ausschnitt, in welchen das circa 10 cm weite, 12 bis 14 cm hohe Glasgefäß *C C* gerade hineinpaßt, getragen durch ein an den Deckel genietetes Drahtkreuz; auf dem letzteren aufsitzend, taucht es 4 cm in das Wasserbad ein. Oben ist *C C* durch den ringförmigen, übergreifenden Deckel *mm* verschlossen; der kleine, daran angebrachte Rohrstutzen *n* dient zur Befestigung eines Thermometers. Der eigentliche Behälter für das zu prüfende Oel besteht aus dem 5,5 cm lichtweiten, 10 cm hohen, cylindrischen oder nach unten zu schwach conisch verlaufenden Glasgefäß *D*, dessen umgebogener Rand auf dem Ringe *mm* aufruht, und welches ungefähr in seiner Mitte eine Einfüllmarke für das Oel eingesetzt hat; ein übergreifender Messingdeckel *o* (es kann auch ein Ebonitdeckel sein) verschließt dasselbe derart, daß der Rand des Deckels nicht zu fest an dem des Glas-

Fig. 155.



cylinders anliegt, damit bei ausnahmsweise sehr heftiger Explosion dieser Deckel abgeschleudert werden kann, ohne daß das Gefäß selbst zerschmettert wird. Derselbe ist in Fig. 156 in vergrößertem Maßstabe abgebildet und hat folgende Vorrichtungen: einen Flügelrührer *p*, vermittelst des kleinen Griffes *q* zu bewegen, einen kleinen Rohrstutzen *r* zum Befestigen des Thermometers, zwei an Scharnieren bewegliche Klappen *s s*, welche durch die bei jedesmaliger Probe stattfindende Explosion aufgeschlagen werden, dabei mit den hervorstehenden Knöpfen s_1 s_1 an den Rührer *p q* anschlagen und zurückfallen. Endlich sind zwei starke Messingdrähte *t t*, die man mittelst Klemmschrauben mit einem Funkengeber in Verbindung setzt; sie dringen durch die beiden möglichst starken Ebonitpfropfen *u u* durch den Deckel hindurch und endigen in der Form eingeschraubter Platinspitzen $^1/_2$ bis $^2/_3$ cm über dem Oelniveau und in einer Entfernung von 1 mm von einander. Zur Erzeugung des Funkens genügt ein Chromsäureelement mit einem kleinen Inductionsapparat, der ungefähr 3 bis 8 mm Funkenlänge weist. Ein zu kräftiger Inductionsstrom hat sich wegen zu leichtem Uebertritt der Elektricität auf den Metalldeckel als ungeeignet erwiesen, zum Mindesten muß dann auch die Isolirung entsprechend verstärkt sein. Sollte trotzdem der Funke an den Polenden nicht überspringen, so liegt der Grund fast immer darin, daß der Apparat aus einem kalten in einen warmen Raum gebracht, und so durch niedergeschlagene Feuchtigkeit auf seiner Oberfläche leitend geworden ist, oder daß die Platinpolenden nach oftmaligem Gebrauch sich mit etwas Kohle beschlagen haben und dadurch schlecht leitend geworden sind. Im ersteren Falle genügt ein kurzer Aufenthalt des Apparates im warmen Zimmer, im letzteren ein Abreiben der Platinspitzen mit Schmirgelpapier oder mit einer Feile, um die richtige Leitung wieder herzustellen. Ist der Strom zu schwach und nähert man die Polenden einander zu sehr, so kann auch der überspringende Funke so schwach sein, daß er zur Entzündung eines vorhandenen explosiven Gemisches nicht ausreicht, oder dasselbe doch erst nach längerer Wirkung entzündet. Beides ist nicht zu befürchten, wenn man die Polspitzen nach Vorschrift mindestens 1 mm von einander abstehen läßt. Die Bequemlichkeit der Handhabung des Apparates wird sehr gefördert durch Anbringung eines Stromunterbrechers, bei welchem durch einfachen Druck die Verbindung hergestellt und der Funke zum Ueberspringen gebracht wird.

Fig. 156.

Bei Ausführung einer Probe füllt man den Behälter *D* genau bis zur Marke mit dem zu prüfenden Petroleum, setzt ihn in das Glasgefäß *C C*, welches bis zur Marke mit Wasser gefüllt ist, so daß nach dem Einsetzen von *D* das Niveau bis ca. 1 cm unter den Rand sich hebt und *D* also fast vollständig in Wasser eingetaucht ist. Das Ganze wird dann noch auf das Wasserbad *A*

gestellt und mit einem Spirituslämpchen erwärmt. Die Temperatur des Petroleums steigt hier sehr langsam und es ist beinahe von gar keinem Einfluß, ob das Flämmchen etwas mehr oder weniger stark brennt, da bei dem doppelten Wasserbade unter allen Umständen nur eine sehr allmälige Steigerung stattfinden kann. Letzteres läßt sich daran erkennen, daß äußeres und inneres Thermometer immer nur höchstens 5° differiren. Von etwa 20° ab läßt man von Grad zu Grad den Funken jedesmal $^1/_2$ bis 1 Secunde lang überspringen und beobachtet diejenige Temperatur, bei welcher durch die eintretende Explosion die beiden Klappen *s s* in die Höhe geschleudert werden, ein Punkt, der sich bei diesem Apparate ganz besonders sicher beobachten läßt. Nach jedesmaligem Ueberspringen des Funkens wird der Rührer einige Male mit Vorsicht umgedreht, daß nicht durch zu heftige Bewegung die Polenden mit Petroleum bespritzt werden. Auch beim Einsetzen des Petroleumbehälters in das Wasserbad ist hierauf Rücksicht zu nehmen. Soll der Apparat mehrmals hinter einander gebraucht werden, so hat man nur nöthig, das gläserne Wasserbad *C C* mit frischem Wasser zu füllen, es hat sich bei dahingehenden Versuchen gezeigt, daß die Richtigkeit der Resultate nicht beeinträchtigt wird, wenn man das warme Wasser in *A* läßt. Gerade wie beim Sayboltteſter ermöglicht die leichte und bequeme Handhabung des Apparates, mehrere Proben neben einander zu überwachen und ebenso lassen sich durch Unterbrechungsvorrichtungen die Funken für mehrere und zu gleicher Zeit functionirende Apparate erzeugen. Zur bequemen Erzeugung des Funkens kann man sich einer beliebigen einfachen Vorrichtung bedienen. Bei sorgfältiger Arbeit stimmen die Resultate bis auf $^1/_2$ Grad unter einander überein.

Fig. 157.



K. Heumann (Chem. Ind. 1884, Nr. 6) hat den eben beschriebenen Apparat dadurch verbessert, daß er den Rührer auch in den oberen Theil des Petroleumbehälters fortsetzte, um hier durch Vermischen der gebildeten Oeldämpfe mit der Luft ein homogenes Gemisch zu erzeugen, da in den anderen Apparaten die specifisch schweren Oeldämpfe auf dem Oelspiegel liegen bleiben und man deshalb einen um so niedrigeren Entflammungspunkt findet, je mehr man die Zündungsflämmchen dem Oelspiegel nähert. Auch hat Heumann das Zündungsmittel vereinfacht. In Fig. 157 bedeutet *a* den Petroleumbehälter aus Glas, *b* ein Wasserbad aus Messingblech auf *g* ruhend, *c* das Rührwerk, *d* das Zündungs-

flämmchen, welches von *k* aus durch das Röhrchen *f* mit Gas gespeist wird; durch einen Druck auf den Federdrücker *i* kann das Flämmchen in den Dampfraum des Petroleumbehälters *a* gesenkt werden und hebt sich nachher von selbst wieder, die Oeffnung bei *d* verschließend. Durch den Deckel aus Hartgummi ist das Thermometer *t* in das Petroleum eingesenkt, außerdem trägt derselbe eine Deckelklappe mit Scharnieren, wie es beim Engler'schen Apparate der Fall ist.

Bei Ausführung eines Versuches wird die nöthige Menge Petroleum mittelst eines mit Marke versehenen Hahntrichters in *a* eingefüllt, desgleichen Wasser in *b* bis zur Marke. Auch hier umgiebt das Wasser den Petroleumbehälter, wie beim Engler'schen Apparat, und läßt das Resultat von der Zimmertemperatur unbeeinflußt. Die Lampe *e* wird angesteckt und im geeigneten Moment mit den Zündversuchen durch Niederdrücken von *k* begonnen. Aufklappen des Deckels zeigt auch hier den Entflammungspunkt an. Die Resultate sind sehr übereinstimmend.

Victor Meyer's Methode zur Bestimmung der Entflammungstemperatur. Meyer bezeichnet als die wahre oder absolute Entflammungstemperatur des Petroleums diejenige, bei welcher sich eine mit dem Petroleum geschüttelte Luftmenge durch Einführung einer kleinen Flamme entzünden läßt. Zur Ermittelung des Flammpunktes bringt man in einen Glascylinder von ca. 300 ccm Capacität ca. 40 ccm des zu untersuchenden Oeles (nach Versuchen von Hörler sind die Resultate von der Größe des Cylinders und der Menge des angewendeten Oeles unabhängig) und verschließt die Mündung mit einem doppelt durchbohrten Kork. Durch die Durchbohrungen gehen zwei Thermometer, das eine bis nahezu auf den Boden des Gefäßes, das andere nur einige Centimeter unter den Kork. Diesen Cylinder stellt man bis zu seinem oberen Rand in warmes Wasser. Sobald das Oel und die darüber befindliche Luft die Temperatur, auf welche ersteres geprüft werden soll, angenommen haben, nimmt man den Cylinder aus dem Wasser, schüttelt heftig um, läßt stehen, bis die Schaumbläschen verschwunden sind, öffnet, führt eine kleine, aus einer zugespitzten Glasröhre brennende Gasflamme ein und beobachtet, ob die Dämpfe sich entzünden oder nicht. Im letzteren Falle wird der Versuch wiederholt und zwar von Grad zu Grad so oft, bis gerade die Entflammung eintritt. Hörler bringt ein etwas abweichendes Verfahren zur Feststellung des Entflammungspunktes zur Anwendung. Er mischt, nachdem die erste Entzündung eingetreten ist, dem warmen Wasser etwas kaltes bei, läßt den Petroleumbehälter offen etwas abkühlen und wiederholt bei etwas niedrigerer Temperatur den gleichen Versuch. Hiermit wird so lange fortgefahren, bis man an die Grenze kommt, bei der gerade keine Entflammung bemerkbar ist. Es ist beim Gebrauch dieser Methode nothwendig, nach dem Umschütteln jedesmal mindestens eine Minute ruhig stehen zu lassen (Stehenlassen nur, bis gerade die Schaumbläschen des Oeles verschwunden sind, genügt nach den Versuchen, die in dem Laboratorium von Engler angestellt wurden, nicht) und dann erst das Flämmchen einzuführen, da sonst offenbar durch den in dem Gasgemisch suspendirten, beim Schütteln entstandenen Flüssigkeitsstaub, der dann durch die eingeführte Flamme verdampft, die Resultate zu niedrig ausfallen. Auch Größe und Intensität der Entzündungsflamme

beeinflussen in bemerkbarer Weise das Resultat. Ein stärkeres Flämmchen giebt einen niedrigeren Entflammungspunkt als ein ganz schwaches. Es ist deshalb nothwendig, bei vergleichenden Versuchen immer eine Zündungsflamme von gleicher Größe und Intensität zu verwenden.

Apparat von Haaß. Derselbe beruht auf dem Victor Meyer'schen Princip des Schüttelns unter Benutzung der bei dem Apparat von Engler angewendeten Methode des Entzündens der Dämpfe durch den elektrischen Funken in einem mittelst Klappendeckel abgeschlossenen Glasgefäße. Dadurch, daß dabei ein in Bezug auf Größe und Intensität möglichst gleichbleibendes Zündungsflämmchen zur Anwendung kommt, sind die Schwankungen in den Resultaten vermieden, welche, wie oben erwähnt, durch Anwendung verschiedener Zündungsmittel bedingt sind. In Fig. 158 und 159 ist der Apparat ($^1/_2$ natürliche Größe) abgebildet. An einem Glascylinder mit Fuß sitzt oben die Messingfassung *ff* und an dieser, mittelst Scharnier befestigt, der hermetisch schließende Klappendeckel *d*; außerdem ist die Fassung *f* zum bequemen Ausgießen des Oeles mit Schnauze *e* versehen und trägt endlich noch die Messinghülse *h*, in welcher das Thermometer im Inneren des Glascylinders so befestigt ist, daß es in einem Abstande von ca. $^1/_2$ cm von der Wandung frei herabhängt. Bei *mm* sind die Polenden in Form von Platindrähten in Messingfassungen eingeschraubt, sie wenden sich, damit das Oel von denselben abläuft, nach Eintritt in den Glascylinder aufwärts und endigen in 1 mm Entfernung von einander. Außerhalb stehen die Platindrähte in leitender Verbindung mit den Kupferdrähten *KK*, welche in Bohrungen den Glasfuß durchdringen und an ihrem unteren Ende mit dem Messingplättchen *nn* in Verbindung stehen. Der Cylindermantel *SS* aus Glas hat den Zweck, zwischen beiden Cylindern eine Luftschicht zu bilden, die auch nach dem Herausnehmen des ganzen Apparates aus einem zur Erwärmung dienenden Luftbade die Temperatur des Petroleums noch einige Zeit constant erhält. Auch dieser Schutzcylinder ist oben mit einer Fassung versehen, deren Einrichtung aus Fig. 159, in welcher der Apparat von oben abgebildet ist, hervorgeht. Es sind *rrr* drei mit Knöpfen versehene Stifte, welche als Führung für die mit entsprechenden Schlitzen versehene drehbare Scheibe dienen. Dreht man die Scheibe nach der einen Richtung, so werden (wie aus der Fig. 159 leicht ersichtlich) die drei Knaggen derart vorgeschoben, daß sie als Träger für den inneren Cylinder dienen, während sie sich bei Drehung nach der entgegengesetzten Richtung

Fig. 158.

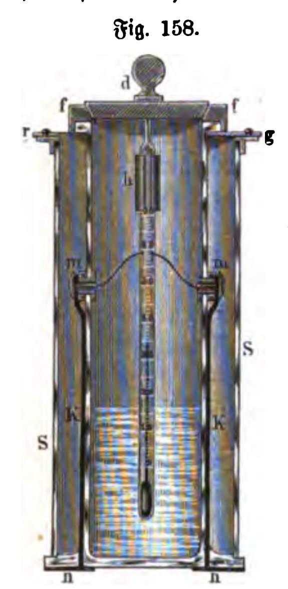


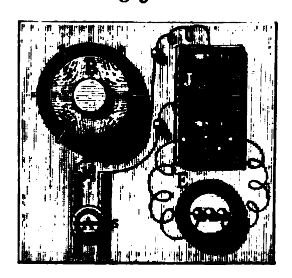
Fig. 159.



zurücklegen und das Abnehmen des Mantels von dem inneren Cylinder ermöglichen. Zur Erwärmung des Apparates dient ein kupfernes Luftbad, welches zur Verhütung von Wärmestrahlung mit einer Thonplatte bedeckt ist und mittelst Spirituslampe erwärmt wird. Ueber der Thonplatte ist ein an beiden Enden offener, 8 bis 9 cm weiter und 18 cm hoher Glascylinder in Messinggestell derart befestigt, daß er mittelst Klemmschraube höher oder tiefer gestellt werden kann, so daß, entsprechend dem unten freibleibenden Schlitz, die warme Luft rascher oder langsamer durch den Cylinder strömt. Hängt man den in Fig. 158 abgebildeten Apparat in einen solchen Glascylinder (derselbe ist für diesen Zweck mit einem durchbrochenen Einsatzring versehen), so hat man es durch Verstellen desselben, sowie der Lampe unter dem Luftbade, vollkommen in der Hand, eine beliebig langsame Erwärmung des Oeles im inneren Cylinder zu bewirken. Ein im äußeren Glasmantel angebrachtes zweites Thermometer läßt auch hier die Temperatur beobachten.

Der Apparat zur Erzeugung des Funkens schließt sich in seiner Einrichtung dem zuerst von Saybolt angewendeten an. Anstatt zweier Chromsäureelemente ist nur eines vorhanden, an Stelle des besonderen Stromunterbrechers ist die Zinkplatte nach Art einer Federwage zum momentanen Eintauchen in die Chromsäure eingerichtet. Nach jedem Drucke wird das Zink durch die vorhandene Feder wieder aus der Flüssigkeit herausgehoben. Da außerdem vor jedesmaligem Ueberspringen des Funkens der Apparat wegen des Schüttelns aus dem Digestor herausgehoben und dann in Verbindung mit den Polenden des Inductionsapparates gesetzt werden muß, was ein sehr oft wiederholtes Ein- und Ausschrauben der Poldrähte nothwendig machen würde, so endigen die Drähte des Inductionsapparates in Form von zwei in ein Brett eingelassenen Messingstreifen. Stellt man den Probecylinder derart auf diese Messingstreifen, daß die an dessen Fuß befindlichen Messingplättchen (in Fig. 159) mit denselben in Contact kommen, so ist die Leitung hergestellt und beim Einlaufen der Zinkplatte überspringt der Funken. Aus der schematischen Darstellung in Fig. 160 ergiebt sich die vollständige Anordnung des Apparates sammt Hülfsvorrichtungen von oben gesehen. *A* ist der in Fig. 158 abgebildete Prüfungsapparat, *B* das Luftbad, *E* das Chromsäureelement, *J* der Inductionsapparat, bei *M* sind die damit verbundenen und in das Brett eingelassenen Messingstreifen angedeutet.

Fig. 160.



Bei Ausführung der Probe füllt man den inneren Cylinder mit dem zu prüfenden Oel bis zu einer vorhandenen Marke an, setzt den Schutzmantel *S S* auf, hängt das Ganze in den Digestor *B* in Fig. 160 und erwärmt so langsam, daß die beiden Thermometer nie mehr als 5° Differenz zeigen. Ist die Temperatur, bei der man prüfen will, erreicht, so wird *a* wieder aus dem Digestor herausgenommen und unter festem Andrücken des Klappendeckels tüchtig geschüttelt. Durch festes Aufstellen des Cylinders läßt sich ein zwischen den Polspitzen

eventuell hängen gebliebener Oeltropfen leicht beseitigen. Man stellt nun den Apparat auf die Elektrodenstreifen *M* so auf, daß die Leitung hergestellt ist, läßt zum Absetzen des Oelstaubes eine Minute ruhig stehen, notirt die Temperatur und läßt nun den Funken durch Niederdrücken des Knopfes an Element *E* eine Secunde lang übertreten; findet dabei noch keine Entflammung unter Aufklappen des Deckels statt, so wird die Erwärmung wiederholt und damit von 1 zu 1° oder 2 zu 2° so lange fortgefahren, bis die Entzündung eintritt. Selbstverständlich muß man vor Wiederbenutzung des Apparates den Oelbehälter jedesmal sich vollständig abkühlen lassen.

Pease'scher Apparat[1]) (Fig. 161, schematisch). Er besteht aus dem gebräuchlichen Wasserbade *A*, einer Oelschale *B* mit einer Spirituslampe zur Erwärmung des Wasserbades. Bei der Oelschale sind manche, bei anderen Testern nicht vorkommende Aenderungen angebracht. Zunächst befindet sich hier ein Ueberlaufsrohr, um einen constanten Spiegel zu erhalten, ferner ist der Deckel *C*, welcher nach rückwärts in horizontaler Richtung leicht beweglich ist, schwach convex und hat in der Mitte ein kurzes Rohr, an dem sich die Schrauben befinden, die den elektrischen Strom geben. Im Deckel befindet sich auch eine Oeffnung für das Thermometer.

Fig. 161.

Fig. 162.

Aus der nebenstehenden Tabelle sind die von Elliot mit diesem Apparate ausgeführten Versuche ersichtlich.

Bei den Apparaten von Stoddard[2]), Liebermann[3]) und Beilstein[4]) wird Luft in das zu erwärmende Petroleum hindurch geleitet und mit dem über dem Petroleumspiegel befindlichen Gemisch von Dampf und Luft der Zündungsversuch ausgeführt. Stoddard leitet die Luft continuirlich durch das Oel, was

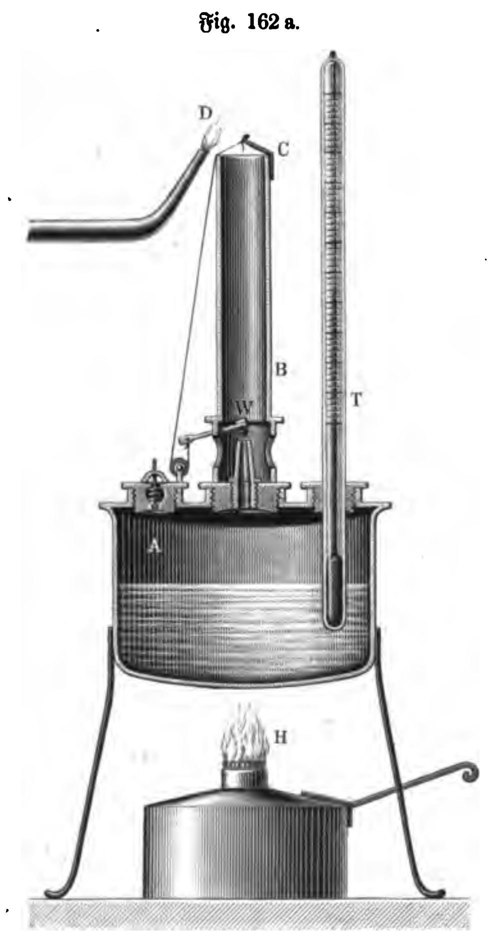
---

[1]) A. H. Elliot: „Report on the Methodes and Apparatus for testing inflammable oils." — [2]) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 15, 2555. — [3]) Fresenius, Zeitschr. 21, 321. — [4]) Ebendaselbst 22, 309.

Oele Nr.	Specifisches Gewicht bei (15,5° C.)	Temperatur des Wassers	Temperatur des Raumes	Temperatur des Oeles	Cubikcentimeter im Wasserbade	Cubikcentimeter in der Oelschale	Temperatursteigerung pro Minute	Flammpunkt	Dauer des Versuches in Minuten	Versuchsnummer	Bemerkungen
		in Celsiusgraden					in Celsiusgraden				
3	(0,794)	11	14,5	13,6	300	110	1,15	69	50	190	Die Zahlen in der Spalte der Flammpunkte bilden die Mittelzahlen
3	(0,794)	14	21	18,3	300	110	1,05	60	45	191	Flammpunkt bei Handbewegung
3	(0,794)	13,6	21	18,8	300	110	0,83	50	43	192	Der Funke wollte nicht entflammen, bei 110° entflammte er mit den Entweichungsdämpfen
1	(0,794)	13,6	32	20	300	110	0,82	65,5	62	193	Wie in Nr. 190; bei 108° entflammte es mit den Entweichungsgasen
1	(0,794)	12,2	23,4	17,9	300	110	1,15	66,6	46	194	Wie in Nr. 193; bei 112° entflammte es mit den Entweichungsgasen
1	(0,794)	14,5	23,4	21	300	110	1,15	46,5	27	195	Die Entflammungsöffnung wurde mit einer Glasspalte geschlossen
1	(0,794)	11—12	23,4	18,9	300	110	1,15	47,2	29	196	Wie in Nr. 195
1	(0,794)	12,8	23,9	18,3	300	110	1,09	46,5	32	197	Wie in Nr. 195; nur 1/8 Zoll weniger
1	(0,794)	12,8	23,9	18,9	300	110	1,13	47,2	31	198	Wie in Nr. 197
4	(0,794)	12,8	23,9	18,3	300	110	1,15	—	34	199	Keinen Flammpunkt erhalten
4	(0,794)	11—12	23,9	16,5	300	110	0,94	33,2	22	200	Wie in Nr. 195
4	(0,794)	12,8	23,9	18,9	300	110	0,94	33,2	19	201	Wie in Nr. 195
4	(0,794)	16,2	23,9	17,9	300	110	1,15	62,8	43	202	Entflammte nicht; das Oel fing Feuer
4	(0,794)	13,8	23,9	18,9	300	110	1,66	37,2	15	205	Entflammte bei Lüftung der Thermometerröhre
4	(0,794)	11—12	23,9	17,9	300	116	1,61	36,1	17	206	Wie in Nr. 205

weniger genaue Resultate ergiebt, Liebermann nur von Zeit zu Zeit, desgleichen auch Beilstein. Der letztere Apparat ist der vollkommenste unter den erwähnten, und sei deshalb hier beschrieben. In Fig. 162 (a. S. 278) ist *A* ein 35 mm weiter und 175 mm hoher Glascylinder mit Marken bei 60 und 70 mm über dem Boden. Bis zur unteren Marke wird Petroleum eingegossen, *b* ist ein Messingrohr, durch welches Luft eingeleitet wird, und welches unten in Gestalt einer kleinen Brause *c* endigt, *t* ist ein Thermometer, dessen Quecksilbergefäß bis in die Mitte des Petroleums reicht. Dieser Apparat wird in ein langsam zu erwärmendes Wasserbad gestellt (per 2 bis 3 Minuten je 1° Temperatursteigerung) und bei jeder Wärmezunahme um 1° fünf Secunden lang Luft so stark durchgepreßt, daß der Schaum bis zum oberen Theilstriche steigt. Gleichzeitig hält man ein Flämmchen an die Mündung des Apparates. Der erste Versuch ist immer nur ein Vorversuch und muß unter Beginn der Lufteinleitung bei der zuerst ermittelten Entflammungstemperatur wiederholt werden. Bei genügend langsamer Erwärmung differiren die Resultate höchstens um 1/4 Grad.

Fig. 162 a.



In letzter Zeit hat A. Gawalowski in Brünn Apparate zur Bestimmung der Explosivkraft des Petroleums in Lampen construirt, die es, wie er mittheilt, ermöglichen, den Grad der Feuergefährlichkeit eines Handelspetroleums, den selbes im Momente des Anzündens einer mangelhaft construirten Lampe hat, zu ermitteln. Von den publicirten Apparaten hat der in Fig. 162 a folgende Einrichtung. In *A* befindet sich das zu untersuchende Petroleum. In den Deckel ist in der Mitte ein Bunsenbrenner *B* eingeschraubt, ferner seitlich ein Sicherheitsventil und ein Thermometer *T* gleichfalls gasdicht eingefügt. An der Brandöffnung des Bunsenbrenners ist bei *C* ein Häkchen angelöthet, mittelst welchem ein im Brenner spielendes Klappenventil *W* durch einen feinen mit salpetersaurem

Ammoniak imprägnirten Baumwollenfaden frei schwebend erhalten wird. Erhitzt man das Petroleum in *A* und bringt man bei *D* (oben) eine kleine Flamme an, so wird in dem Momente, wo das Gasgemisch bei *C* entflammt, der Faden abgebrannt und *W* automatisch geschlossen. Man verlöscht die Flammen bei *D* und *H* und liest die Temperatur bei *T* ab.

Umfangreiche Untersuchungen, welche Engler in Gemeinschaft mit Haaß durchgeführt hat [1]), haben ergeben, daß, was übrigens vorauszusehen und theilweise auch schon bekannt war, ein und dasselbe Petroleum, in verschiedenen Petroleumprobern geprüft, ungemein abweichende Entflammungspunkte ergiebt. Gegenüber allen übrigen gebräuchlichen Apparaten ergab der Abel'sche die niedrigsten Entflammungspunkte. Der dänische Apparat zeigte 4 bis 10°, der elektrische Apparat von Engler um 5 bis 7°, das Naphtometer (Parrish-Engler) um 5°, der geschlossene Apparat von Tagliabue um 9°, der offene um 14 bis 20°, der Saybolt-Tester ebenfalls um 14 bis 20° höher an.

Auch wenn man ein und dasselbe Oel mit dem gleichen Apparate wiederholt prüft, erhält man, wie schon gelegentlich erwähnt wurde, niemals völlig übereinstimmende Resultate, und man muß nach der jetzigen Lage der Petroleumprüfung zufrieden sein, wenn die Prober, wie diejenigen von Abel, Beilstein, Bernstein, Engler, Haaß und Heumann, Resultate innerhalb der Grenze von 1° C. ergeben.

Flammpunkt der Schmieröle.

Zur Prüfung des Flammpunktes der Schmieröle bedient man sich noch hauptsächlich der alten Methode. Sie besteht darin, daß man in einer Porcellanschale oder in einem Tiegel das zu prüfende Oel auf einem Sandbade erwärmt und von Zeit zu Zeit, sobald eine schwache Dampfentwickelung eingetreten ist, eine kleine Brennerflamme oder einen brennenden Span über die Oberfläche des Oeles führt. Ein in das Oel mit der Quecksilberkugel eingetauchtes Thermometer zeigt die Temperatur desselben an. Als Flammpunkt wird diejenige Temperatur angenommen, bei welcher unter Verpuffen ein Entflammen der an der Oberfläche des Oeles befindlichen Dämpfe stattfindet.

Allerdings hat diese Methode sehr viele Uebelstände, unter welchen hervorzuheben ist, daß der freie Zutritt der Luftströmungen zu der Oberfläche keine gleichmäßige Ansammlung von entflammbaren Dämpfen gestattet, so daß die Resultate bei unruhiger Luft mit ein und demselben Oele ganz verschieden ausfallen können. Auch beeinflussen den Flammpunkt die Gefäße, in welchen derselbe bestimmt wird, sowie auch die Auffüllungshöhe des Oeles, sogar die Annäherung des Flämmchens mit der Hand an die Oberfläche, ist von keinem unwesentlichen Nachtheil bei der Flammpunktbestimmung.

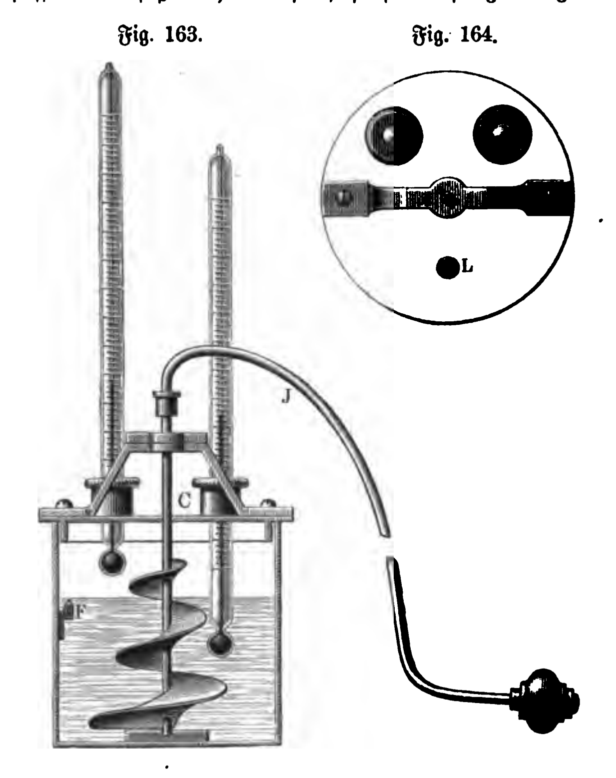
Diese unsichere Methode der Flammpunktbestimmungen war Veranlassung, Apparate, ähnlich den Petroleumprüfern, zu construiren. Ein dem Abel'schen

[1]) Fresenius, Zeitschr. 20, 1.

Apparate ähnlich hergestellter, ist zuerst von Pensky construirt worden und aus Fig. 163 und 164 ersichtlich.

Beim Gebrauch [1]) wird das Oelgefäß, aus Messinghartguß und Hartloth bestehend, bis zur Spitze des Füllmaßes *F* gefüllt, nachher der das Thermometer ꝛc. enthaltende Deckel aufgepaßt und darauf das Gefäß, je nach der Eigenschaft der zu untersuchenden Oele, ob leicht oder niedrig siedend, mittelst des vorhandenen Randes in ein mit Wasser gefülltes Becherglas oder Kochgefäß gesetzt; sollte kein passendes Gefäß vorhanden sein, so sind Spangen angebracht, durch

Fig. 163. Fig. 164.



welche Holzstäbchen gelegt werden können, so daß ein beliebiges Gefäß als Wasserbad, Chlorcalciumbad ꝛc. dienen kann; bei höheren Temperaturen werden directe Erwärmungen mit Drahtnetzen oder Sandbädern angewendet, noch besser eignen sich aber Heißluftbäder (L. Bühler), welche bei Veränderung des Flammenkranzes eine ganz gleichmäßige Temperatur von 400° C. zulassen. Welche Wärmequelle auch angewendet werden mag, durch die bewegliche Welle *J* mit dem Rührer *C* wird im Inneren des Oeles eine gleichmäßige Wärme geschaffen. Unterschiede zeigen sich aber oberhalb des Oeles nach der Art der Erwärmung, ob über freiem Feuer, Sandbade ꝛc., nicht so in Luftbädern, deshalb

1) Schädler: „Die Technologie der Fette und Oele."

sind zwei Thermometer angebracht, der eine in die Flüssigkeit eintauchend, der andere direct an der Ausströmungsdüse L, als ein Dampfraum. Die gleichmäßigste Wärme für alle Temperaturen ist im Heißluftbade am besten zu erzielen.

Ist alles zur Erwärmung ꝛc. vorbereitet, so genügt ein Hin- und Herdrehen der biegsamen Welle J, um die Flüssigkeit in Bewegung zu setzen, die leicht flüchtigen Körper entweichen zu lassen und die Wärme zu vertheilen. Zur Prüfung des Entzündungspunktes wird von Zeit zu Zeit eine sehr kleine Gasflamme über die Düsenöffnung L geführt, an dem zuckenden Aufflammen, dabei Wiederverlöschen ist die Entflammungstemperatur, bei ruhigem Fortbrennen die Entzündungstemperatur zu erkennen, und diese geben den verschiedenen Stand des Thermometers an. Ergeben sich Verschiedenheiten in der Temperatur des Oeles und der Temperatur im Dampfraume, was ja nur bei einem zu schnellen Erhitzen ꝛc. und beim directen Feuer oder im Sandbade eintreten kann, so ist das Mittel beider Temperaturen zu nehmen. Um einheitliche Resultate zu erhalten, muß ein Prüfungsapparat den folgenden Anforderungen entsprechen[1]):

1. Die Abmessungen des anzuwendenden Apparates müssen bestimmt vorgeschrieben sein, und nur genau verglichene Apparate können zur Prüfung benutzt werden.
2. Das Oelgefäß muß mit einer Marke versehen sein, bis zu welcher das Oel aufgefüllt wird.
3. Der Zutritt der Luftströmungen zu der Oberfläche des Oeles muß genau geregelt werden.
4. Die Zündflamme muß (am besten durch eine mechanische Vorrichtung) in stets gleicher Art der Oberfläche des Oeles genähert werden.
5. Die Erhitzung muß möglichst gleichmäßig erfolgen und die Ueberhitzung einzelner Theile des Oeles durch ein Rührwerk vermieden werden.
6. Der Apparat muß sich leicht und bequem reinigen lassen.
7. Die Versuchsausführung muß an allen Orten nach einer genau festgesetzten Vorschrift erfolgen.

Der oben beschriebene Pensky'sche Apparat jedoch erfüllt die Anforderungen 5. und 6. nicht in genügender Weise. Die Ergebnisse schwanken oft in Folge geringer Ueberhitzung, und die Reinigung, insbesondere der Deckeltheile, ist eine umständliche. Diese Mängel wurden von A. Martens überwunden, und gleichzeitig wurden noch einige andere Veränderungen vorgenommen, insbesondere auch die beim Reinigen störende Stichmarke des Gefäßes durch einen eingedrehten Rand ersetzt. Der Apparat bekam hierdurch die in Fig. 165 bis 168, a. f. S., gezeichnete Form.

Holde fand, daß das zu prüfende Oel vor dem Versuch auf Wassergehalt untersucht werden muß, und ergiebt sich ein Wassergehalt, so ist das Oel erst durch Schütteln mit Chlorcalcium und eintägiges Stehenlassen zu entwässern.

[1]) Holde: „Mittheilungen aus den königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin“ 1889, Heft 2.

Solche Oele, welche gar nicht oder nur sehr wenig schäumen, können direct benutzt werden, ebenso diejenigen, bei denen das Schäumen nur von Luftblasen herrührt. Nach dem Füllen des Oelbehälters bis zur Marke wird der Deckel nach Einfügen des Rührwerkes und Thermometers aufgesetzt und der Dreibrenner unter den Apparat gebracht. Man erhitzt bis 120° mit der vollen Flamme, wenn

Fig. 167. Fig. 166. Fig. 168.

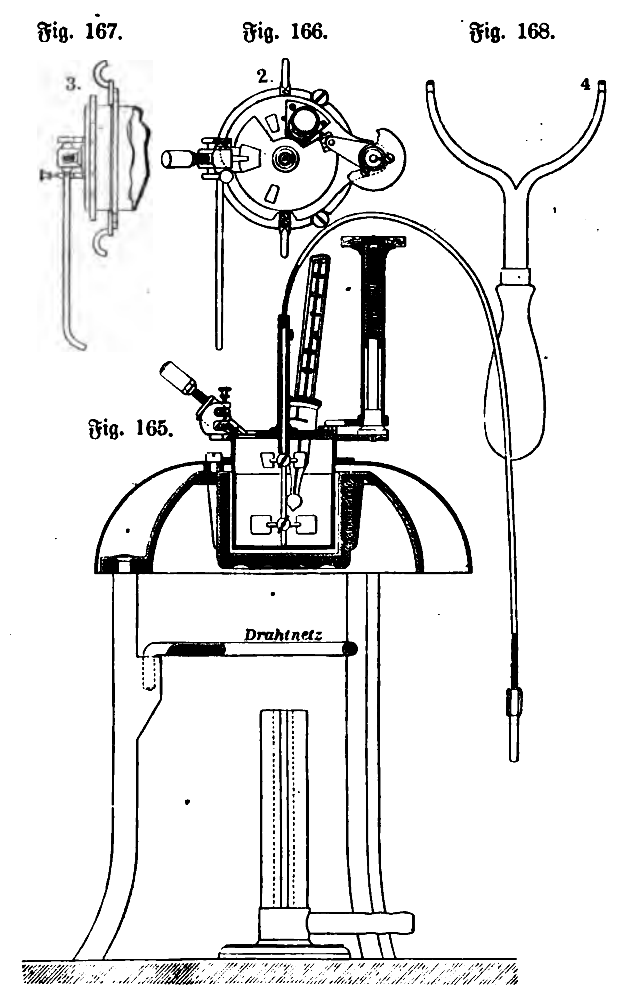


Fig. 165.

der Flammpunkt des Oeles höher als bei 140° vermuthet wird. Von 120° an wird nach Entfernung der Flamme das Rührwerk lebhaft bewegt und das Zündflämmchen auf ungefähr eine Erbsengröße eingestellt. Bei 140° wird mit dem Eintauchen des Zündflämmchens begonnen, und zwar von 2 zu 2°. Die Eintauchzeit muß möglichst kurz sein und soll ungefähr zwei Secunden dauern. Sobald ein merkliches Unruhigwerden und eine Vergrößerung des Flämmchens

eintritt, prüft man von Grad zu Grad, bis ein deutliches Aufflammen im Gefäße mit oder ohne Erlöschen der Zündflamme erfolgt. Der in demselben Augenblick vom Thermometer angezeigte Wärmegrad wird als Flammpunkt niedergeschrieben. Das Thermometer darf gegen Ende des Versuches bis 12° in der Minute steigen. Sollte bei 160° noch kein Entflammen eingetreten sein, so setzt man die Flamme des Dreibrenners unter Benutzung des Drahtnetzes wieder unter den Apparat, um ein weiteres, nicht zu langsames Ansteigen der Wärme im Oele zu bewirken. Ist bereits bei 140° ein Entflammen bemerkt worden, so muß bei einem zweiten Versuche schon bei 100 oder 80° die Flamme entfernt werden, bei diesem Wärmegrade mit Rühren und bei 120° beziehungsweise 100° mit dem Eintauchen des Zündflämmchens begonnen werden. Liegt der Flammpunkt nahe an der zulässigen Grenze, so ist es zweckmäßig, die Bestimmung durch eine zweite zu controliren. In den übrigen Fällen genügt bei aufmerksamer Versuchsausführung und Innehaltung obiger Vorschrift die einmalige Prüfung.

Die Größe der Zündflamme hat zwar keinen merklichen Einfluß auf die Ergebnisse, doch ist es zweckmäßig, dieselbe bei allen Versuchen auf Erbsengröße einzustellen, weil dann die Entflammungserscheinung sich gegen die ursprüngliche kleine Flamme noch deutlicher abhebt. Die Einstellung des Oeles auf die Marke ist genau innezuhalten.

Um nun ein Bild von der Zuverlässigkeit der Methode zu erhalten, wurden von Holde mehrere Versuche an denselben Oelen wiederholt und die Ergebnisse derselben in Tabelle 1 denjenigen, welche bei langsamem Erwärmen ohne Rühren erhalten wurden, gegenübergestellt. Es zeigt sich, daß man unter beständigem Rühren des Oeles beim schnellen Erwärmen zu denselben übereinstimmenden Ergebnissen gelangt, wie bei ganz langsamer Erwärmung, daß also durch das Bewegen des Oeles die Ueberhitzung einzelner Theile desselben vermieden wird. Gleichzeitig sind auch in Tabelle 1 die fehlerhaften Bestimmungen mitgetheilt, welche man bei zu schnellem Erhitzen ohne Anwendung der Rührvorrichtung erhält.

1. Vorversuche zu den Flammpunktsbestimmungen mit dem abgeänderten Pensky'schen Apparat.

Tabelle 1.

Art und Zeichen der Probe	Versuchsnummer	Flammpunkt in Celsiusgraden: Langsames Erhitzen, Thermometer gegen Ende des Versuches um 2° in der Minute gestiegen – ohne Rühren	Flammpunkt in Celsiusgraden: Schnelles Erhitzen, Thermometer gegen Ende des Versuches ungefähr 10° in der Minute gestiegen – ohne Rühren	Flammpunkt in Celsiusgraden: Schnelles Erhitzen, Thermometer gegen Ende des Versuches ungefähr 10° in der Minute gestiegen – unter beständigem lebhaftem Rühren
Mineralöl I^{28}	1	164	156	165
	2	165	160[1]	164
	3	163	—	164
	4	164	—	—
	5	163	—	—
	Mittel	164	—	164
	Differenz zwischen Maximum und Minimum	2	—	1
Mineralöl 27^{c}	1	164	159	167
	2	164	157	168
	3	167	—	167
	4	164	—	166
	5	167	—	—
	Mittel	165	—	167
	Differenz zwischen Maximum und Minimum	3	—	2
Mineralöl 27^{e}	1	121	117	121
	2	122	110	122
	3	122	113	119
	4	123	—	122
	5	—	—	(125)
	6	—	—	119
	7	—	—	122
	Mittel	122	—	121
	Differenz zwischen Maximum und Minimum	2	—	3 (6)
Mineralöl I^{29}	1	175	—	172
	2	—	—	174
	3	—	—	174
	Mittel	175	—	173
	Differenz zwischen Maximum und Minimum	—	—	2

[1]) 6° in der Minute gestiegen.

Tabelle 2 behandelt den Einfluß der Größe des Zündflämmchens, sowie der Auffüllungshöhe des Oeles. Es zeigt sich, daß der erstere Factor die Ergebnisse nicht erheblich beeinflußt, während die Einstellung des Oeles unter der Marke den Flammpunkt merklich erhöht. Die Auffüllung bis zur Marke ist daher thunlichst einzuhalten.

Tabelle 2.

Art und Zeichen der Probe	Versuchsnummer	Flammpunkt in Celsiusgraden			
		Normale Versuchsausführung, Flämmchen erbsengroß, Oel bis zur Marke gefüllt	Flämmchen doppelte Erbsengröße	Oel bis etwa 1 cm unter der Marke aufgefüllt	Oel bis etwa 1 cm über der Marke aufgefüllt
Mineralöl 1^{60}	1	156	155	158	154
	2	156	157	159	155
	3	—	155	—	—
	Mittel	156	156	158,5	154,5
Mineralöl 1^{30}	1	174	173	176	174
	2	—	173	176	174
	3	—	173	—	—
	Mittel	174	173	176	174
Gemisch von 1^{29} und Petroleum	1	110	108	110	109
	2	110	113	115	110
	3	—	110	—	—
	4	—	111	—	—
	Mittel	110	110,5	112,5	109,5

Wasserhaltige Oele liefern fehlerhafte Resultate. Es ist daher absolut nothwendig, die Oele ganz zu entwässern, um richtige Resultate zu erhalten.

Inwiefern die Resultate der Flammpunktbestimmungen im verbesserten Pensky'schen Apparate von denen in offenen Schalen variiren, ist aus dem von Holde ausgeführten Versuche mit 40 Oelsorten in Tabelle 3 ersichtlich. Diese großen Abweichungen, welche man bei Benutzung verschiedener Methoden, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich, erhält, rufen das Bedürfniß einer einheitlichen Methode hervor.

Tabelle 3.

Vergleichende Prüfungen zwischen der älteren und neueren Methode.

Apparat	Versuchsnummer	Flammpunkt in Celsiusgraden																									
		a) Reine Mineralschmieröle (nach steigendem Flammpunkt geordnet)																									
		Zeichen der Proben																									
		27e	47a	47r	47n	47e	47d	47o	47q	47h	47t	47p	47s	47l	I^{60}	47f	47i	I^{61}	32	47m	47k	41f	I^{28}	27c	I^{29}	41c	33a
a) Verbesserter Penskyapparat	1	121	131	144	150	149	152	153	153	153	154	155	152	153	156	156	157	156	158	158	163	164	164	167	172	(173)	176
	2	122	—	146	148	—	—	—	153	—	151	153	155	156	156	—	—	158	159	160	160	163	165	168	174	175	177
	3	119	—	144	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	159	—	—	—	164	167	174	177	176
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	159	—	—	—	—	166	—	—	—
	Mittel	121	131	145	149	149	152	153	153	153	153	154	154	155	156	156	157	157	159	159	162	164	164	167	173	175	176
	Differenz zwischen Maximum und Minimum	3	—	2	2	—	—	—	0	—	3	2	3	3	0	—	—	2	1	2	3	1	1	2	2	4	1
b) Porcellantiegel	1	140	140	173	155	170	165	164	164	164	164	(157)	163	169	177	167	169	176	170	167	170	184	191	186	192	195	190
	2	141	141	174	158	170	167	164	161	165	163	163	161	167	178	168	170	173	171	164	169	187	188	191	191	190	197
	3	140	—	173	—	—	—	—	162	—	164	162	—	—	174	165	—	176	172	—	172	185	190	192	190	191	192
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	163	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	195	—	—
	Mittel	140	141	173	157	170	166	164	162	165	164	162	162	168	176	167	170	175	171	166	171	185	190	190	192	192	193
	Differenz zwischen Maximum und Minimum	1	1	1	3	0	2	0	3	1	1	6	2	2	4	3	1	3	2	3	3	3	3	6	5	5	7
Differenz a) bis b)		19	10	28	18	21	14	11	9	12	10	8	8	13	20	11	13	18	12	7	11	21	26	23	19	17	17

Tabelle 3 (Fortsetzung).

Apparat	Versuchsnummer	Flammpunkt in Celsiusgraden													
		b) Mineralschmieröle mit Petroleumzusatz										c) Gemische von Mineralschmieröl mit fetten Oelen			
		Zeichen der Proben													
		0_I^{29}	0_I^{29} mit 0,5 Proc. Petroleum	0_I^{29} mit 1 Proc. Petroleum	0_I^{29} mit 1,5 Proc. Petroleum	0_I^{29} mit 2 Proc. Petroleum	0_I^{28} mit 0 Proc. Petroleum	0_I^{28} mit 0,25 Proc. Petroleum	0_I^{28} mit 0,5 Proc. Petroleum	0_I^{28} mit 0,75 Proc. Petroleum	0_I^{28} mit 1 Proc. Petroleum	8a	8c	8d	8e
a) Verbesserter Penskyapparat	1	172	152	140	124	110	164	154	146	139	135	123	121	118	118
	2	174	151	140	125	110	165	154	147	140	133	123	118	120	120
	3	174	—	—	—	—	164	—	—	—	132	—	120	—	—
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Mittel	173	152	140	125	110	164	154	147	140	133	123	120	119	119
	Differenz zwischen Maximum und Minimum	2	1	0	1	0	1	0	1	1	3	0	3	2	2
b) Porcellantiegel	1	195	182	174	168	145	191	184	178	173	168	142	157	162	153
	2	191	181	177	167	147	188	182	184	171	165	139	158	150	156
	3	192	178	174	164	—	190	184	179	173	171	143	162	155	153
	4	190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	161	—	—
	Mittel	192	180	175	166	146	190	183	181	172	168	141	160	156	154
	Differenz zwischen Maximum und Minimum	5	4	3	4	2	3	2	5	2	6	4	5	12	3
Differenz a) bis b)		19	28	35	41	36	26	29	34	32	45	18	40	37	35

Aus diesen Tabellen ist also ersichtlich, daß die Flammpunkte mit dem verbesserten Pensky'schen Apparate von denjenigen, welche durch Prüfung im offenen Tiegel erhalten wurden, nicht nur bei gleichen Oelen erheblich von einander abweichen, sondern auch, daß die Unterschiede je nach der Art des Oeles sehr verschieden hoch ausfallen und zwischen 7 und 45° schwanken.

Aus den Versuchen geht auch hervor, daß durch die Prüfung im offenen Tiegel geringe Mengen leichtflüchtiger und niedrig entflammbarer Bestandtheile nicht nachzuweisen sind, da sich dieselben durch ihre Leichtflüchtigkeit an der Oeloberfläche nicht in genügender Menge ansammeln können, um eine Explosion hervorzurufen. Es muß daher in Fällen, wo ein hoher Flammpunkt ein Haupterforderniß ist, z. B. bei Maschinen, welche mit comprimirter Luft arbeiten, wie Bremsen, Torpedomaschinen ꝛc., bei welchen Verbrennungserscheinungen wiederholt beobachtet worden sind, die Prüfung im offenen Tiegel unbedingt verworfen werden, weil diese Methode die eigentlich gefährlichen Bestandtheile nicht mit Sicherheit erkennen läßt.

Benennungen der Oele	Specifisches Gewicht bei 15°	Specifische Zähigkeit bei 19°	Gehalt an Kohlenstoff Proc.	Gehalt an Wasserstoff Proc.	Entflammungspunkt Grade	Entzündungspunkt Grade
Cylinderöl G	0,917	191	86,27	12,71	227	274
Maschinenöl Ia G	0,914	102	86,03	12,92	213	260
Waggonöl G	0,914	80	86,43	12,71	148	182
Waggonöl R	0,911	70	86,45	12,76	157	187
Naphtarückstände N	0,910	55	86,96	12,82	134	162
Oleonaphta O R	0,910	121	86,53	12,83	219	257
Waggonöl O G	0,907	60	86,03	12,96	158	183
Maschinenöl 1 C G	0,907	59	86,29	12,92	203	254
Oleonaphta 1 R	0,904	66	86,55	12,99	201	242
Maschinenöl 2 G	0,898	20	86,33	13,09	171	201
Oleonaphta 2 R	0,894	20	86,49	13,05	184	222
Oleonid 16 R	0,884	28	86,19	13,62	185	217
Oleonid 12 R	0,881	24	86,20	13,53	187	214
Oleonid R höchster Qualität	0,881	26	86,14	13,73	188	224
Huile vierge	0,916	23	76,70	12,03	—	—
Oel prov. opt. rect. I	0,916	22	76,71	11,96	—	—
„ „ „ „ II	0,916	22	76,66	11,84	—	—
Winteröl	0,879	9	79,16	12,59	—	—
Sommeröl	0,875	8	79,43	12,63	—	—

Endlich macht Holde noch auf eine Fehlerquelle aufmerksam, welche bei einem mit Oelzündflämmchen versehenen Apparat beobachtet wurde. Es zeigte sich nämlich, daß das sonst so ruhig brennende Oelflämmchen beim Eintauchen häufig durch die ausströmenden Dämpfe erlosch und in Folge dessen das Entflammen bei mehreren Versuchen um 5 bis 10° später eintrat, als bei einem mit gewöhnlichem Gaszündflämmchen versehenen Apparate. Durch Anwendung eines besseren Dochtmaterials und regelmäßiger Oelzufuhr trat bis zu dem beobachteten Entflammen der Dämpfe kein Erlöschen des Flämmchens beim jedesmaligen Eintauchen ein, und der Flammpunkt lag in diesem Falle ebenso hoch, wie bei dem mit Gaszündflämmchen versehenen Apparate. Es ist daher zur Vermeidung von Fehlern darauf zu achten, daß die Zündflamme bei allen Apparaten eine genügende Intensität besitzt, um nicht vor Eintreten des Entflammens beim Eintauchen ausgelöscht zu werden.

Aus der nebenstehenden Tabelle [1]) sind die Flamm- und Zündpunkte der im Handel vorkommenden Maschinenöle, sowie ihre sonstigen Eigenschaften und Zusammensetzung ersichtlich.

Viscosität (Zähflüssigkeit, Klebrigkeit).

Unter Viscosität verstehen wir gewöhnlich den Flüssigkeitsgrad, welchen die Oele besitzen, oder den Widerstand, den die kleinsten Theile der letzteren ihrer Trennung entgegensetzen. Die Viscosität der Oele ist nicht dem specifischen Gewichte, sondern der inneren Reibung derselben proportional. Es können daher Oele mit gleichen specifischen Gewichten ganz verschiedene Zähflüssigkeitsgrade besitzen.

Die Viscosität der Leuchtöle steht nach den Untersuchungen von C. Engler und J. Levin in directer Beziehung zu der Schnelligkeit des Aufsteigens im Docht. Letztere dient als ein sehr wichtiges Merkmal zur Beurtheilung der Qualität eines Erdöles. Wenn das Oel nicht so rasch im Dochte steigen kann als es nöthwendig ist, um die Flamme zu speisen, so tritt in Folge dessen ein Verkohlen des Dochtes und ein rascher Rückgang der Flamme ein. Wie Engler und Levin auch nachgewiesen haben, ist die Schnelligkeit des Aufsteigens nicht von der eigentlichen Capillarität und dem specifischen Gewichte, sondern nur von der Viscosität (Zähflüssigkeit, Klebrigkeit) der Oele abhängig, und je zähflüssiger ein Oel, desto langsamer steigt es im Dochte und umgekehrt.

Um die Steigfähigkeit eines Oeles kennen zu lernen, hat man besondere Lampen construirt, deren Oelbehälter aus einem cylindrischen, gradirten Gefäße besteht, auf welchem man also die Entfernung des Oelspiegels vom oberen Brennrande bezw. die Steighöhe ablesen kann. Ein unten angebrachter Hahn ermöglicht es, das zu Anfang bis zum obersten Theilstrich eingefüllte Oel abzulassen und so bei verschiedenen Niveauhöhen auf sein Verhalten beim Brennen (Lichtstärke, Ansatz von Kohle ꝛc.) zu prüfen.

Man kann sich über die Schnelligkeit des Aufsteigens im Dochte auch durch Eintauchen eines mit Bleistifttheilstrichen versehenen Dochtes in das zu unter-

[1]) S. Lamansky: Dingl. polyt. Journ. 1883, 248.

suchende Oel und Beobachten der Aufsteigezeit bis zu bestimmten Marken des Dochtes (10 cm, 15 cm über dem Oelniveau) überzeugen. Das untere Dochtende läßt man dabei 5 cm tief in das Oel eintauchen und beobachtet am besten, ein Licht hinter den Docht stellend, im dunklen Raume. Als Vergleichsmittel bedient man sich dabei eines notorisch bewährten Petroleums.

Da, wie schon gesagt, die Schnelligkeiten des Aufsteigens im Dochte sich wie die Viscositäten derselben verhalten, so kann man sich zur vergleichenden Beurtheilung der Steigkraft am bequemsten einer Bestimmung der Viscosität bedienen. Für diese Zwecke werden die weiter unten beschriebenen Viscosimeter angewendet.

Es mögen hier Versuchsresultate von Engler und Levin angegeben werden, aus welchen man die Beziehungen zwischen den Viscositäten und dem Aufsteigen im Dochte leicht ersehen kann. Die Viscosität wurde durch die Auslaufsgeschwindigkeit im weiter unten beschriebenen Engler'schen Viscosimeter (Temperatur 20° und Wasser gleich 1 gesetzt), die Schnelligkeit des Aufstieges mittelst besonders gereinigten und getrockneten Dochtes, der bis zu einer Marke in das Oel eintauchte, bestimmt. Das über den Oelspiegel senkrecht hervorragende Dochtende war durch Bleistiftstriche von 5 zu 5 cm mit Marken versehen, so daß man die Zeit leicht bestimmen konnte, die das Oel brauchte, um bis zur Marke bei 10 und bei 15 cm Höhe emporzusteigen.

	Specifisches Gewicht	Viscosität	Zeit des Aufstieges in Minuten	
			bis 10 cm	bis 15 cm
Kaukasisches Brennöl	0,8205	1,04	3,50	8,5
Amerikanisches Brennöl	0,800	1,08	4,00	11,0
Sächsisches Solaröl	0,830	1,09	3,50	8,5
Oelheimer Brennöl	0,819	1,13	3,75	9,5
Pechelbronner Brennöl	0,809	1,17	4,00	11,5
Amerikanisches Erdöl	0,800	1,12	4,00	11,0
Kaukasisches Erdöl	0,800	1,00	3,00	8,0
Sächsisches Erdöl	0,800	0,98	2,50	7,0
Amerikanisches Erdöl	0,825	1,32	6,00	15,0
Kaukasisches Erdöl	0,825	1,08	3,50	8,5
Sächsisches Erdöl	0,825	1,04	3,00	7,5
Amerikanisches Erdöl	0,830	1,40	6,50	16,5
Kaukasisches Erdöl	0,830	1,11	4,00	10,5
Sächsisches Erdöl	0,830	1,09	3,50	8,5

Verlaufen in den obigen Resultaten die Viscositätsgrade auch nicht vollständig umgekehrt proportional den Zeiten des Aufstieges im Dochte, so ersieht man doch, daß im Allgemeinen die zähflüssigeren Oele langsamer steigen als die dünnflüssigen, vor Allem aber, daß die Schnelligkeit des Aufstieges in keiner directen Beziehung steht zum specifischen Gewichte der Oele verschiedener Abstammung; denn beispielsweise steigen die Brennöle aus amerikanischem und elsässer (Pechelbronn) Rohöl trotz ihres relativ geringen specifischen Gewichtes

(0,800 und 0,809) langsamer, als die specifisch schwersten, das kaukasische Brennöl und das sächsische Solaröl, mit 0,8205 und 0,830 spec. Gewicht.

Die Schnelligkeit des Aufsteigens im Docht oder die Capillarität der Leuchtöle wird auch mittelst kleiner Glascapillaren bestimmt, und werden die Capillarröhrchen mit einer eingeätzten Millimetertheilung versehen, und der Durchmesser genau gemessen. Die Röhrchen, auch von verschiedenen Durchmessern, werden bei ein und derselben Temperatur mit ihrem Nullpunkt auf den Flüssigkeitsspiegel eingestellt und die Steighöhen an den Theilungen abgelesen [1]).

Bedeutet h die Steighöhe, s das specifische Gewicht des Oeles, r den Radius des Capillarröhrchens und a die Capillarconstante, so ist:

$$h r = \frac{2 a}{s} \text{ oder } a = \frac{h r s}{2}.$$

Von großer Bedeutung ist die Zähflüssigkeit (Viscosität) der Schmieröle und ihr Verhalten bei Anwendung auf der Achse und sonst bei Dampfmaschinen. Ein Schmieröl muß so zähflüssig sein, daß es die directe Berührung der reibenden Theile verhindert, also beispielsweise zwischen Lager und Achse sich immer in einer dünnen Schicht erhält. Das Oel muß also bis zu einem gewissen Grade dickflüssig sein, denn je geringer die Viscosität ist, desto dünner wird die Oelschicht, desto größer daher auch die Möglichkeit der directen Berührung der reibenden Flächen sein. Da die Oele als Reibungsverminderer dienen, sollen sie möglichst dünnflüssig sein. Je dünner aber die Oelschicht zwischen den sich reibenden Flächen ist, desto fester muß erstere an denselben haften, wenn das Oel bei größerer Reibung vermindernder Kraft dem gleichen Drucke wie ein dickflüssiges Widerstand leisten soll. Ist aber ein Oel zu dünnflüssig und besitzt es eine geringe Schlüpfrigkeit, daß es nicht fest genug anhaftet, so wird es herausgequetscht, und die reibenden Theile berühren sich; ist es zu dickflüssig, so kann es die Reibung unnöthig vermehren. Es folgt hieraus, daß schwere Maschinen ein anderes dickeres Oel gebrauchen als leichte. Auch die Temperatur, die das Schmieröl annimmt, ist von großem Einfluß. Je wärmer eine Achse läuft, je stärker das Oel im Cylinder einer Dampfmaschine erhitzt wird, desto dickflüssiger muß es bei gewöhnlicher Temperatur sein, denn entsprechend der Erwärmung wird jedes Oel dünnflüssiger. Es ist deshalb von großer Wichtigkeit, den Grad der Dickflüssigkeit eines Oeles, seinen Viscositätsgrad bei verschiedenen Temperaturen festzustellen.

Die Ausflußgeschwindigkeit wird gewöhnlich zur Bestimmung der Viscosität benutzt, das heißt, man bestimmt die letztere mit Hülfe der Ausflußgeschwindigkeit, unter der Voraussetzung, daß ein Oel um so langsamer aus einem Röhrchen ausfließt, je zähflüssiger es ist.

Die meisten der hierfür in Anwendung kommenden Apparate bestehen aus einem Behälter mit unten angesetztem, verschließbarem Ausflußrohr. Zur Erzielung einer bestimmten gleichmäßigen Wärme der Oele sind diese mit einem zweiten Gefäße umgeben, welches als Wärmespeicher dient.

---

[1]) Engler: „Das Erdöl von Baku.“

Will man die Reibungsconstante, d. h. die Zähigkeit z eines Oeles unabhängig von Form und Größe des betreffenden Apparates mittelst Ausfluß aus einer Capillarröhre ermitteln, so hat man nach Poisseuille:

$$z = \frac{\pi \,.\, r^4 \,.\, p}{8 \,.\, v \,.\, l}\, t,$$

wobei r den Radius, l die Länge der Ausflußröhre, p den Unterschied des Druckes am Anfange und am Ende des Capillarröhrchens, v die Flüssigkeitsmenge bedeutet.

Die obige Formel [1]) gilt aber nur so lange, als das Rohr noch als capillar aufgefaßt werden kann, und das Verhältniß $\frac{l}{2r}$ einen gewissen Werth erreicht, der für verschiedene Radien der Auslaufröhren und für verschiedene Flüssigkeiten und Wärmegrade verschieden ist.

Magenbach [2]) hat die Poisseuille'schen Versuche mitgetheilt und durch theoretische Entwickelung nachgewiesen, daß bei Nichteinhaltung der Grenzwerthe für das Poisseuille'sche Gesetz der obigen Formel Berichtigungsglieder angehängt werden müssen, durch welche die Formel für die Versuchsausführung unbequem wird. Der Grund, daß das Poisseuille'sche Gesetz nur beschränkte Gültigkeit hat, wird von Magenbach und neuerdings von Petroff darin gefunden, daß nur in sehr engen Röhren die Bewegung der Flüssigkeiten in der Weise erfolgt, daß die einzelnen concentrisch zu denkenden Schichten mit gegen die Rohrmitte wachsender Geschwindigkeit sich bewegen, ohne daß ihre cylindrische Gestaltung durch Wirbel oder Schwingungsbewegung eine Aenderung erfährt. Die Bahn jedes Flüssigkeitstropfens ist also streng eine gerade Linie. Unter diesen Bedingungen läßt sich, wie beide Autoren zeigen, das Poisseuille'sche Gesetz auf theoretischem Wege ableiten.

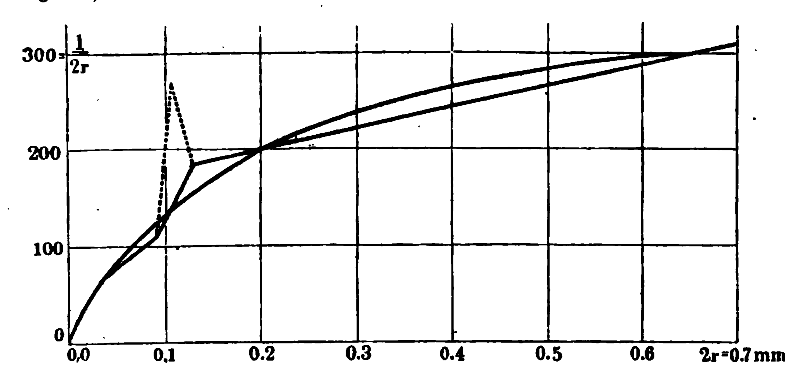
In dem Werke von N. Petroff: „Neue Theorie der Reibung" [3]) sind die Grenzwerthe $\frac{l}{2r}$ mitgetheilt, für welche das Poisseuille'sche Gesetz seine Gültigkeit verliert. Da eine scharfe Grenze nicht vorhanden, so sind die Zahlen nur Annäherungswerthe; das Verhältniß $\frac{l}{2r}$ muß größere Werthe haben, als in der Tabelle angegeben, wenn das Gesetz gültig sein soll.

Mittlerer Röhrendurchmesser	Verhältniß $\frac{l}{2r}$.
0,03 mm	70
0,04 „	80
0,09 „	120
0,11 „	170
0,14 „	180
0,65 „	360

---

[1]) A. Martens: „Schmieröluntersuchungen." Berlin, J. Springer, 1888. — [2]) „Ueber die Bestimmung der Zähigkeit einer Flüssigkeit durch den Ausfluß aus Röhren." Poggend. Ann. 1860, S. 385. — [3]) Siehe auch J. Lew: Dingl. polyt. Journ. 280, 16, 40.

Das in diesen Zahlen liegende Gesetz läßt sich aus der nachfolgenden Zeichnung leicht erkennen.



Man bemerkt, daß ein Ausflußrohr von 0,6 mm Durchmesser schon eine Länge von 300 × 0,6 = 180 mm haben muß, damit es für Wasser von niedrigerem Wärmegrade die Bestimmung von z aus der oben angeführten Formel gestattet.

Da aber bei allen unten angeführten Apparaten die Durchmesser der Ausflußröhren wesentlich größer als 0,6 mm und die Längen derselben sehr erheblich kleiner als 180 mm sind, so ist es klar, daß die Anwendbarkeit der Poisseuille'schen Formel auf alle diese Apparate unzulässig ist. Dies ist auch die Folge, daß man die „specifische Zähigkeit", das Verhältniß der inneren Reibung eines Oeles zu derjenigen des Wassers nicht bestimmen kann, und daß man mit den verschiedenen Apparaten unter sonst durchaus gleichen Bedingungen ganz verschiedene Werthe für die „specifische Zähigkeit" erhält.

Die Zahl der bis jetzt construirten („Viscosimeter" genannten) Apparate, um mit der Ausflußgeschwindigkeit die Zähflüssigkeit (Viscosität) der Oele zu ermitteln, ist eine sehr große. Die bekannteren sind die von Vogel[1]), Colemann[2]), Fischer[3]), Lamansky[4]), C. Engler[5]), Albrecht[6]), Schmid, Mason, Lepenau[7]), Engler und Künkler[8]), Pagliani[9]), Martens[10]).

Bei solchen Apparaten darf die Ausflußöffnung weder ein Loch in unendlich dünner Scheidewand (Mason'scher Apparat) sein, noch darf der Ausfluß aus einer Capillarröhre erfolgen, weil im ersteren Falle die Zähigkeit sich in der Ausflußgeschwindigkeit zu wenig markirt, im letzteren Falle aber dicke Oele in der Capillarröhre stecken bleiben, oder doch allzu langsam auslaufen. Ferner ist es unbedingt erforderlich, daß sowohl die Dimensionen des Auslaufröhrchens als auch diejenigen des Oelbehälters bis zu den Einfüllmarken ganz genau normirt sind. Endlich ist es zweckmäßig, dem Oelbehälter eine möglichst flache Gestalt

---

[1]) Dingl. 1863, Bd. 168, S. 267. — [2]) Dingl. 1873, Bd. 210, S. 204. — [3]) Dingl. 1880, Bd. 263, S. 495. — [4]) Dingl. 1883, Bd. 248, S. 29. — [5]) Chem. Ztg. 1885, Nr. 11. — [6]) Post: Chem. techn. Analyse, S. 167. — [7]) D. R.-P. Nr. 23 672. — [8]) Dingl. polyt. Journ. 1890, 276. — [9]) Apparechio per la mesura dell' attrito interno del liquidi molto vischiosi (olii lubrificanti). Torino, Camilla e Bertolero, 1887. — [10]) A. Martens: „Schmierölunterſuchungen."

zu geben, um den hydrostatischen Druck nach Möglichkeit auszuschließen. Apparate, welche den letzteren Zweck vollständig zu erreichen trachten und deren Oelbehälter sammt Ausfluß nach dem Principe der Mariotte'schen Flasche construirt sind, sind bekannt, doch entspricht keiner derselben den im Uebrigen an ihn zu stellenden Anforderungen der Bequemlichkeit und Sicherheit des Arbeitens.

Als Einheit wird bei den oben aufgeführten Apparaten das Verhältniß der Ausflußzeiten gleicher Volumina der untersuchten Oele und Wasser oder Rüböl bei gleichen Temperaturen genommen.

Die Art der Versuchsausführung [1]) bietet eine Reihe von Fehlerquellen, und man muß sich daher überlegen, wie man die Fehler auf ein möglichst geringes Maß zurückzuführen vermag. Die Fehler der Bestimmung sind einerseits abhängig von den verwendeten Zeitmessern und der Geschicklichkeit des Beobachters, andererseits ist, und das gilt von den Bestimmungen nach den Vorschriften von Fischer, Lamansky und Engler, der Fehler darin zu suchen, daß bei höheren Wärmegraden der ausfließende Strahl eine starke Abkühlung erfährt und in ein kaltes Gefäß ausströmt, so daß der gemessene Rauminhalt nicht als ein richtiges Maß für die Ausflußmenge, entsprechend der Versuchswärme, betrachtet werden kann, man muß nothwendigerweise eine Umrechnung des Körperinhaltes auf diese Temperatur oder auf den Nullpunkt durchführen, wenn man genaue Zahlen erhalten will. Dies wird aber nur möglich sein, wenn man die ausgeflossene Menge bei einem bestimmten Wärmegrade mißt, oder sie durch das Gewicht feststellt.

Apparate zur Bestimmung der Viscosität.

Von den oben angeführten Viscosimetern ist der Vogel'sche der älteste. Er besteht aus einem in Cubikcentimeter eingetheilten Glasrohr von 4 cm innerer Weite und 34 cm Länge, welches unten conisch zuläuft. Die Ausflußöffnung hat einen Durchmesser von ,35 mm und wird von oben mit einem langen, gut eingeschliffenen Glasstabe verschlossen. Beim Heben des letzteren kann der Inhalt entleert werden. Als Zeitmaß wird eine Sanduhr angewendet, die genau eine halbe Minute läuft.

Der Colemann'sche Apparat unterscheidet sich vom Vogel'schen dadurch, daß der zum Ausfließen benutzte, mit Thermometer und Oel versehene Cylinder noch von einem zweiten Glascylinder umgeben ist, in welchem das Oel durch Einströmen von Dampf erwärmt wird. Da die Temperatur auf diese Weise keine gleichmäßige ist, so bietet der Apparat dem vorhergehenden gegenüber keine wesentlichen Vortheile.

Das Fischer'sche Viscosimeter schließt sich seinem Princip nach an die Apparate von Vogel und Colemann an; doch hat Fischer zum ersten Male den Oelbehälter so gestellt, daß die Auslaufspitze in dem Bade zur Erwärmung des Oeles steht, was wesentlich ist, da andernfalls das Oel während des Durchlaufes durch die Spitze nicht unerheblich abgekühlt wird. In Fig. 169 ist der

[1]) A. Martens: „Schmierölunterſuchungen."

Apparat in $^1/_3$ natürlicher Größe abgebildet. Der Kupfercylinder *A* dient zur Aufnahme des Oeles, *BB* zur Aufnahme des zur Erwärmung dienenden kalten oder warmen Wassers. Das Ausflußrohr *a* besteht aus einem 1 bis 2 mm weiten und 5 mm langen Platinröhrchen, welches von einem dickeren Kupferrohr eingeschlossen ist; oben und unten ist es conisch erweitert und kann mittelst des kleinen Kegels *b* und des Stieles *c* geschlossen werden. Die Führung des Stieles ist durch drei Arme *d* am Gefäße *A*, dieses auf gleiche Weise durch Arme *e* am anderen Gefäße *B* befestigt.

Zur Ausführung der Probe füllt man *A* bis zu einer Marke mit 65 ccm Oel, Gefäß *B* mit Wasser und erwärmt dies so lange, bis das Oel unter Um-

Fig. 169.

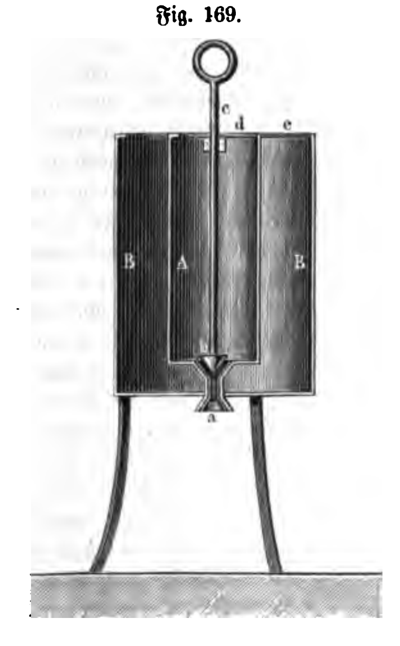
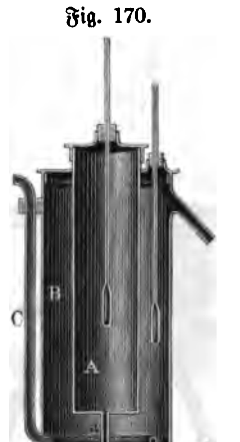


Fig. 170.



rühren mit dem Thermometer genau die gewünschte Temperatur angenommen hat. Man stellt ein enghalsiges Fläschchen von 50 ccm Inhalt unter, hebt den Kegel und bestimmt die Zeit, innerhalb welcher 50 ccm Oel auslaufen.

Die Einrichtung des Lamansky'schen Apparates ergiebt sich aus Fig. 170. *A* ist der Messingcylinder zur Aufnahme des Versuchsöles, *B* der Mantel zur Aufnahme des Wassers, welches durch aus *C* eingeleiteten Dampf auf die gewünschte Versuchstemperatur zu bringen ist. Der Oelausfluß erfolgt durch das 1 mm weite Röhrchen *a*, dessen Verschluß mittelst Schiebers *b* zu bewerkstelligen ist. Es wird hier die Zeit bestimmt, welche 100 ccm Oel zum Auslauf in ein untergestelltes Fläschchen mit entsprechender Marke brauchen. Die gefundene Zahl für die Zeit bezieht man auf diejenige für 100 ccm Wasser als Einheit. Bei der engen Ausflußröhre dürften viele dicke Mineralöle allzu langsam, viele gar nicht mehr ausfließen.

Engler's Viscosimeter, welches bei sämmtlichen Bahnen Deutschlands, Oesterreich-Ungarns und Rußlands und größtentheils auch in den Versuchsanstalten, sowie neuerdings bei der steueramtlichen Controle in Italien An-

wendung findet, unterscheidet sich von den oben beschriebenen Apparaten dadurch, daß der Oelbehälter zur möglichsten Reduction des hydrostatischen Druckes (als einer Fehlerquelle) flach gebaut ist. Auch sind seine Dimensionen durchweg genau fixirt und ist die Ausflußspitze so weit gewählt, daß auch noch sehr dicke Oele keine allzu lange Versuchsdauer beanspruchen, ohne daß aber der Ausfluß dünner Oele zu gering wäre. Der Apparat ist in Fig. 171 abgebildet. Das Gefäß zur Aufnahme des zu prüfenden Oeles besteht aus einer Flasche, mittelst Deckel A_1 zu verschließenden Kapsel A aus Messingblech, deren Form und Dimensionen auf beigefügter Skizze angegeben sind. An den conisch verlaufenden Boden schließt sich das 20 mm lange, in einer Weite von möglichst genau 3 mm durchbohrte Ausflußröhrchen a, welches für genaue Normalbestimmungen aus Platin, für gewöhnliche Zwecke jedoch aus Messing angefertigt ist; dasselbe kann vermittelst des unten schwach conisch zugespitzten Ventilstiftes b verschlossen und geöffnet werden. Vier Niveaumarken $c\,c$ sind in gleicher Höhe über dem Boden des Behälters angebracht und dienen gleichzeitig zum Abmessen der Oelprobe und zur Beurtheilung der richtigen horizontalen Aufstellung der Kapsel. Bis zu den Niveaumarken muß der Apparat 240 ccm fassen, was bei schwach ausgebauchter Form des Bodens unter Festhaltung der gegebenen Dimensionen der Fall ist. Das Thermometer t dient zum Ablesen der Temperatur des Versuchsöles. Kapsel A ist von einem oben offenen Mantel aus Messingblech $B\,B$ umgeben, welcher zur Aufnahme eines schweren Mineralöles behufs Erhitzen des Inhaltes von A bis auf Temperaturen von 100 bis 150° dient. Damit die Oele während des Auslaufes sich nicht zu sehr abkühlen, muß dieser Mantel das ganze Auslaufsrohr a umhüllen; t_1 ist das Thermometer für die im Mantel befindliche Flüssigkeit. Ein Dreifuß dient als Träger des Ganzen. Endlich ist unmittelbar unter dem Auslaufsröhrchen ein Meßkolben C aufgestellt; derselbe zeigt an seinem Halse zwei Marken; die eine bei 200 ccm, die andere bei 240 ccm. Damit der Hals und somit der Auslaufstrahl nicht zu lang werde, was die Genauigkeit des Versuches beeinträchtigen würde, ist eine Ausbauchung angeblasen.

Fig. 171.

Um mit diesem Apparate zu arbeiten, muß zunächst die Zeit ermittelt werden, welche das aus demselben auslaufende Wasser von 20° gebraucht, um den untergestellten Meßkolben gerade bis zur unteren Marke zu füllen. Die Zähflüssigkeit der verschiedenen Oele bei verschiedenen Temperaturen wird dann im Verhältniß zu derjenigen des Wassers von 20° C. ermittelt, und die erhaltene Zahl nennt man die specifische Zähigkeit oder auch specifische Viscosität, „Viscositätsgrad" der Oele. Die specifische Zähigkeit der Oele bei verschiedenen Temperaturen im Verhältnisse zu Wasser von gleichen Temperaturen zu ermitteln, wie es Lamansky vorschlägt, ist nicht angezeigt; man bezieht, wie dies bei der Bestimmung der specifischen Gewichte geschieht, besser auf Wasser von ein und derselben Temperatur.

Um den Apparat auf seine Richtigkeit zu prüfen, also die Aichung des Apparates, wird die Zeit in Secunden, welche 200 ccm Wasser von 20° gebrauchen, um aus der bis zu den Niveauspitzen angefüllten Kapsel auszufließen, bestimmt. Zu diesem Behufe wird die Kapsel *A* nach einander mit etwas Aether, Weingeist und zuletzt mit Wasser ausgespült, dabei die Ausflußröhre mittelst der Fahne einer Feder und eines kleinen Papierpfropfens gereinigt und der Ventilstift eingesetzt. Man mißt alsdann in dem Meßkolben *C* genau 240 ccm Wasser ab, gießt es in die Kapsel, welche dadurch genau bis zu den Niveaumarken angefüllt sein muß, und bringt die Temperatur des Wassers auf 20° C. Dies geschieht dadurch, daß man das in dem äußeren Behälter *BB* befindliche Wasser oder schwere Mineralöl so lange auf der gleichen Temperatur erhält, bis das innere Thermometer genau 20° zeigt und das äußere nur unmerklich davon differirt. Den Meßkolben läßt man mittlerweile mindestens eine Minute austropfen, stellt ihn dann unter die Ausflußöffnung, zieht den Ventilstift aus und beobachtet auf einer Secundenuhr, besser mittelst eines Chronometers, die Zeit in Secunden, welche verläuft, bis sich der Meßkolben zur Marke 200 ccm angefüllt hat. Vor Ablaufen der Flüssigkeit hat man darauf zu achten, daß sich letztere völlig in Ruhe befinde, insbesondere darf sie sich vom vorhergehenden Rühren nicht mehr in rotirender Bewegung befinden. Ist der Apparat richtig gebaut, so beträgt die Auslaufszeit 50 bis 55 Secunden. Die genaue Zahl ist jedoch als Mittel aus mindestens drei Bestimmungen, die nicht mehr als 0,5 Secunden von einander abweichen, zu ermitteln und diese ist dann gleich 1 zu setzen. Ganz genaue Bestimmungen müssen in einem Raume ausgeführt werden, der annähernd die Temperatur von 20° C. hat.

Prüfung der Oele. Dabei ist aufs Sorgfältigste zu achten, daß alle Feuchtigkeit aus der inneren Kapsel entfernt ist, was durch Austrocknen und auf einander folgendes Ausspülen mit Alkohol, Aether und Petroleum geschieht. Man spült dann den Apparat mit dem zu prüfenden Oel aus, füllt ihn bis zu den Niveaumarken damit an (nur dünne Oele lassen sich wie Wasser vermittelst des Meßkölbchens einmessen) und bringt die Temperatur durch Erhitzen des Mineralölbades auf die gewünschte Höhe, auf welcher man es vor dem Auslaufe mindestens drei Minuten länger erhält. Die Bestimmung der Auslaufszeit geschieht dann im Uebrigen genau, wie oben bei der Aichung des Apparates geschildert wurde. Die dabei erhaltene Zahl (beispielsweise 270 Secunden)

dividirt man durch die Auslaufszahl für Wasser von 20° C. in demselben Apparate (beispielsweise 52 Secunden) und dies giebt die sogenannte specifische Viscosität oder den Viscositätsgrad (hier also $\frac{270}{52} = 5{,}2$).

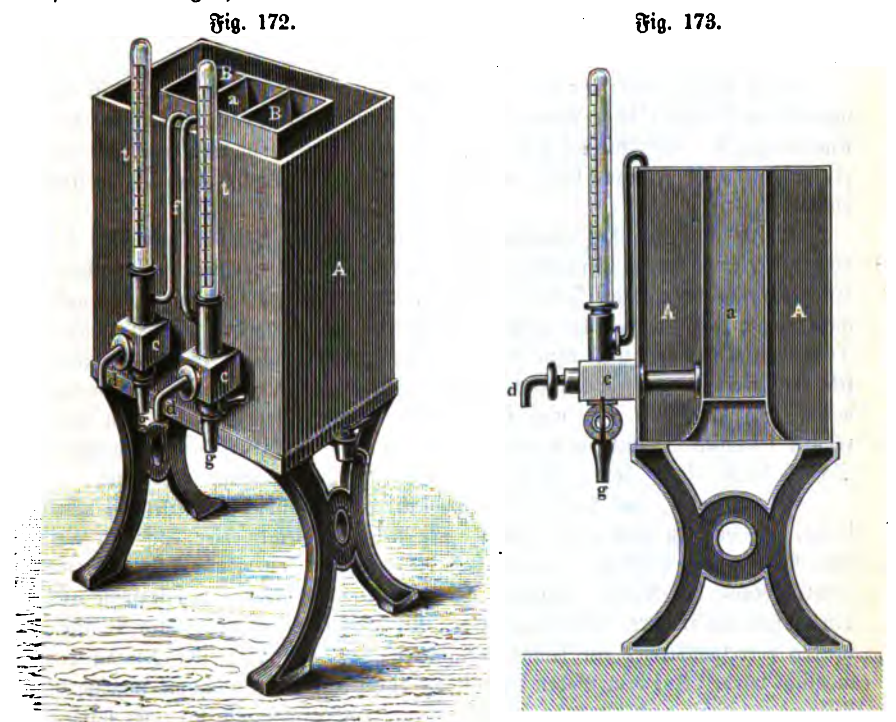
Oele, welche suspendirte Theile oder Wasser enthalten, müssen vor ihrer Prüfung ein trockenes Filter passiren. Als Einheit kann man statt Wasser bei Schmierölen Rüböl benutzen. (Bei Petroleum aber nur Wasser.) Die Anwendung von Rüböl gestattet einen besseren Vergleich des Flüssigkeitsgrades für Schmieröle, ist aber bei der nicht ganz gleichmäßigen Beschaffenheit verschiedener Rüböle nicht ganz exact.

Nach mehreren ausgeführten Versuchen mit diesem Engler'schen Viscosimeter in der technischen Versuchsanstalt in Berlin ist man zum Schlusse gelangt, daß dieser der zweckmäßigste Apparat ist, welcher durch ganz bestimmte Construction und nach festen Abmessungen hergestellt, eine allgemeine Einführung gewinnen wird. Marteus hat sehr gute Resultate mit diesem Apparate erzielt, nur hat er es für zweckmäßig gefunden, um ganz genaue Resultate zu erreichen, sich an die Vorschriften zur Bestimmung des Flüssigkeitsgrades mit diesem Apparate zu halten. Die Vorschriften finden sich im Ergänzungshefte III, 1888 der „Mittheilungen aus den königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin".

Lepenau's „Leptometer" (D. R.-P. Nr. 23 662) (Fig. 172 und 173) gestattet einen unmittelbaren Vergleich der Viscosität des zu untersuchenden Oeles mit irgend einem beliebigen Normalöl, gewöhnlich Rüböl, unter ganz denselben Bedingungen, indem zwei Oelbehälter in einem gemeinsamen Bade vereinigt sind, von welchem der eine mit dem Normalöl, der andere mit dem zu prüfenden Oele gefüllt ist. Der Ablauf erfolgt gleichzeitig durch gleich geformte Auslaufspitzen. *A* ist das Bad, in welchem die beiden Oelbehälter *BB* so aufgestellt sind, daß sie sowohl seitlich als unten und von der Mitte her von der Flüssigkeit des Bades umgeben sind. Zu diesem Behufe ist die mittlere Abtheilung zwischen *B* und *B* oben und unten offen, so daß die Flüssigkeit darin von *a* aus circuliren kann. Die beiden Oelbehälter *BB* stehen unten durch Röhren mit den Hahnkörpern *cc* in Verbindung, von wo aus das Oel durch Dreiweghähne in einen nach vorn conisch erweiterten Rohransatz geht, in welchen je nach Consistenz des Oeles Auslaufspitzen *dd* von verschiedener Weite eingesetzt sind; *tt* sind Thermometer, deren Kugeln in dem Hahnkörper *c* in das dort passirende Oel tauchen, *f* sind Steigröhren zur Entfernung von Luftblasen. Endlich kann durch *G* der Oelinhalt aus *BB* direct abgelassen werden und ist es durch Verstellung des Dreiweghahnes sonach möglich, das Oel von *B* aus durch *d* oder durch *g* ablaufen zu lassen; oder endlich *B* ganz abzuschließen. Bei auszuführenden Versuchen füllt man *a* mit einer Flüssigkeit zum Erwärmen. Eines der Gefäße *B* füllt man mit dem Normalöl, das andere mit dem zu prüfenden Oel, erhitzt auf die gewünschte Temperatur, und läßt alsdann beide Oele gleichzeitig aus den Spitzen *dd* auslaufen. Die Volumina oder Gewichte der ausgelaufenen Oele ergeben dann sofort die relative Viscosität des Probeöles im Verhältniß zu dem Normalöl.

Der Apparat giebt allerdings bei gewöhnlicher Temperatur sehr gute Resultate, zeigt aber den Mißstand, daß die Auslaufspitzen selbst nicht im Wärmebade stehen, so daß sich die Oele in denselben je nach den umgebenden Lufttemperaturen auf verschiedene Grade abkühlen. Auch dürfte es schwierig sein, die verschiedenen Ablaufspitzen von völlig gleichen inneren Dimensionen herzustellen. Zum Mindesten sollten diese Röhrchen, wie an der neueren Construction, nicht gebogen sein; denn eine sichere Controle der Dimensionen, genügende Reinigung 2c. ist dabei unmöglich.

Fig. 172. Fig. 173.



Viscosimeter von Prof. Stefano Pagliani (Turin), „zur Bestimmung der inneren Reibung stark viscoser Flüssigkeiten“.

Der Apparat besteht der Hauptsache nach aus zwei Theilen, einem Druckreservoir zur Erzeugung des zum Ausfluß nöthigen Druckes und aus dem eigentlichen Ausflußgefäß.

Ein Metallstativ trägt an seinem Fußende einen Metallrecipienten, der mit dem Ausflußgefäß in Verbindung steht, während ein mit Wasser gefülltes, höher stehendes Gefäß den nöthigen Druck in dem ersteren erzeugt. Das Ausflußgefäß, das eigentliche Viscosimeter, besteht aus drei Theilen, zwei verticalen, gradirten und besonders geformten Glasröhren und aus einer Horizontalröhre, die die beiden ersteren verbindet. Das Gefäß ruht in einem Kasten, der erwärmt wird.

Die eine Verticalröhre wird mit dem Versuchsöl gefüllt, und nach Erreichung der Versuchstemperatur wird vom Druckrecipienten die Luft auf das Oel gedrückt und dieses steigt in der zweiten Verticalröhre auf.

Nach Feststellung der Ausflußzeit T, des Druckes p und des Volumens v der ausgeflossenen Menge Oel läßt sich nach Formel

$$\eta = K \frac{p}{v} T. \text{(wo } K \text{ die Constante)}$$

die Viscosität feststellen.

Der Apparat soll mit Erfolg bei der „Societa delle ferovie delle Rete Mediterranea“ in Verwendung stehen.

Das Viscosimeter von C. Engler und Albert Künkler ist ein verbesserter Engler'scher Apparat. Letzterer besitzt den Nachtheil, daß bei Bestimmungen der Zähigkeit bei höheren Temperaturen diese im Oele während des Auslaufens nicht constant bleibt und die Spitze der Auslaufsröhre sich zu sehr abkühlt.

Durch Einstellen des ganzen Viscosimeters in ein Luftbad gedachten die obigen Erfinder die Fehlerquellen des Engler'schen Apparates zu beseitigen. Es stellte sich anfangs die Schwierigkeit ein., ein Luftbad zu construiren, in welchem, ohne daß dasselbe allzu große Dimensionen hat, an allen Stellen dieselbe Temperatur herrscht, und ohne daß die Manipulation und Beobachtung allzu sehr erschwert werde. Schließlich kamen sie zu der Form [1]) und Anordnung des in Fig. 174, 175, 176 abgebildeten Apparates, von dem Fig. 176 den senkrechten seitlichen Schnitt durch die Mitte zeigt und Fig. 175 den wagerechten Schnitt durch seinen oberen Theil, in welchem sich das Viscosimeter befindet.

Der Apparat, aus starkem Messingblech, doppelwandig gearbeitet, ist achtseitig, 35 cm hoch und 20 cm breit. Er steht mit seinen vier Füßen a auf dem Ringe eines Dreifußes derart, daß die schrägen Seiten der Füße auf der inneren Kante des Ringes aufsitzen, wodurch beim Verschieben des Kastens auf den Füßen, die in ihrer Richtung mit den Niveaumarken des eingesetzten Viscosimeters correspondiren, ein leichtes Einstellen der Flüssigkeit ins Niveau ermöglicht wird. Auf dem Boden ist, um die durch eine Bunsenflamme zugeführte Wärme möglichst nach innen zu leiten, der kupferne Heizboden b mit einer starken Wölbung in der Mitte für die Bunsenflamme aufgeschraubt, und durch eine dazwischen gelegte Asbestplatte möglichst isolirt. Ueber der Wölbung des Bodens steht das Fußgestell c und auf diesem zwischen seitlichen Stützen d das Meßgefäß e, welches durch die doppelte Asbestscheibe f vor directer Wärmestrahlung des Heizbodens geschützt ist. Ueber dem Meßgefäße liegt auf einem schmalen Kranze der den Apparat in zwei Theile trennende Zwischenboden g mit der Oeffnung h für den ausfließenden Flüssigkeitsstrahl und den vier ovalen Steigröhren i, welche bis an den oberen Rand des mit vier Füßen auf dem Zwischenboden g stehenden Viscosimeters k reichen. Durch die Oeffnung h und die Steigröhre i circulirt die Luft zwischen dem unteren, gleichsam als Reservoir für heiße Luft dienenden Theile des Apparates und dem oberen Theile derart, daß in

[1]) Dingl. polyt. Journ. 1890, 276, Heft 1.

dem letzteren um das Viscosimeter herum überall gleiche Temperatur herrscht. Zwei lange, am unteren Theile einander gegenüber liegende Fenster mit doppelten Scheiben *l* lassen das Ausfließen der Flüssigkeit und die Füllung des Meßgefäßes beobachten, während zwei kleinere ebenfalls einander gegenüber, jedoch an anderen Seiten des Apparates liegende Fenster *m* am oberen Theile einen Einblick in das Viscosimeter, zur Beobachtung der Niveaumarken, gestatten. In der Mitte des Deckels, in welchen zur Erhellung des oberen Theiles des Apparates ebenfalls Scheiben eingesetzt sind, befindet sich ein Rührwerk, das heraufgezogen und heruntergelassen werden kann. Dasselbe besteht aus der Röhre *n*, dem an ihrem oberen Ende befestigten Knopfe *o* zum Umdrehen und den an dem unteren Theile

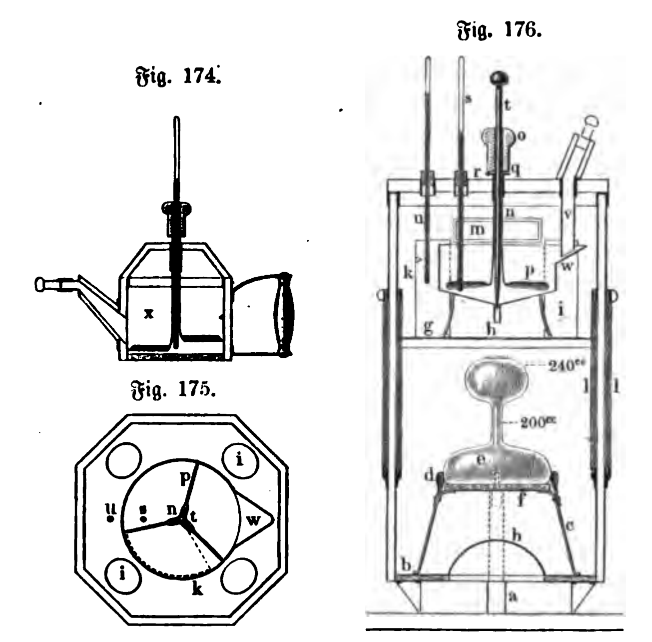


Fig. 174. Fig. 175. Fig. 176.

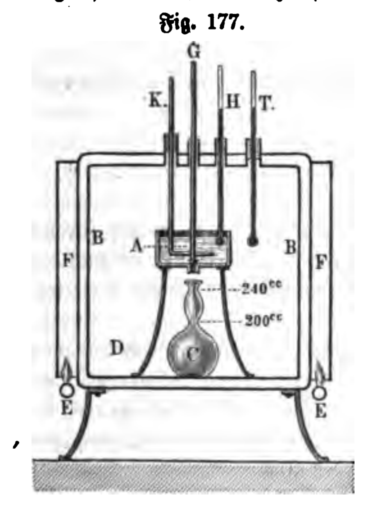
befestigten drei Rührarmen *p*. Der untere Theil mit den Rührarmen ist durch Nase und Schlitz mit dem oberen verbunden, so daß beide Theile zur Reinigung auseinander genommen werden können. Heruntergelassen, liegt das Rührwerk mit dem Knopfe *o* auf einer an dem Deckel befestigten Scheibe *q* auf, aus welcher ein Drittel ausgeschnitten ist. In diesem Ausschnitte hängt eine an dem Knopfe befestigte Nase *r* herab, die beim Drehen des Knopfes an die Seiten des Ausschnittes anschlägt, so daß der Knopf bezw. das Rührwerk nur etwa ein Drittel Drehung machen und das zur Seite durch den Deckel gehende, bis nahe auf den Boden des Viscosimeters in das Oel tauchende Thermometer *s* mit den Rührarmen nicht treffen kann (s. Fig. 175). Eine zweite an der Röhre *n* sitzende und beim Heraufziehen und Herunterlassen des Rührwerkes durch einen Schlitz des Deckels gehende Nase verhindert, auf die an dem Deckel befestigte Scheibe *q* aufgelegt, das Herabfallen des in die Höhe gezogenen Rührwerkes. Durch das

Rührwerk hindurch geht der ebenfalls mit einem Holzknopfe versehene, die Ausflußöffnung des Viscosimeters verschließende Stift *t*, so daß sich das Rührwerk um diesen Stift dreht. Ein zweites, die Temperatur der Luft im oberen Theile des Apparates anzeigendes Thermometer *u* geht ebenfalls durch den Deckel und hängt mit einem Quecksilbergefäße zur Seite des Viscosimeters herab. Ferner ist in den Deckel der doppelwandige Trichter *v* eingesetzt, der mit seinem unteren Ende bis in den breiten Ausguß *w* des Viscosimeters reicht. Trichter und Rührwerk können zum Zwecke der Reinigung herausgenommen werden. Die Reinigung der Fenster ist dadurch ermöglicht, daß deren äußere Scheiben derart gemacht sind, daß man sie herausziehen kann. Die an dem Deckel angebrachten Handhaben dienen demselben zugleich als Füße. Mittelst eines an der Seite des Apparates angebrachten Lothes stellt man diesen senkrecht, bezw. die Flüssigkeit ins Niveau. Zur Erwärmung des in das Viscosimeter einzugießenden Oeles dient die doppelwandige Kammer *x* (Fig. 174) mit in den Boden eingelegter Asbestscheibe und Rührwerk, ähnlich dem des Apparates, jedoch mit schräg gestellten Schaufeln, um das von unten erwärmte Oel leicht nach oben zu bringen. Die Drehung erfolgt in der Richtung eines auf dem Knopf markirten Pfeiles. Durch das Rührwerk hindurch reicht bis in die Flüssigkeit das sich mit drehende Thermometer.

Gebrauchsanweisung. Man setzt das Fußgestell mit den Asbestscheiben auf den Boden des Apparates, auf letzteren das Meßgefäß, legt dann den Zwischenboden mit dem darauf stehenden Viscosimeter ein und setzt den Deckel fest auf, wobei zu beachten ist, daß Zwischenboden, Viscosimeter und Deckel mit ihren Strichmarken nach der an ihrer oberen Kante ebenfalls markirten Seite des Apparates gelegt werden. Das die Temperatur der Luft anzeigende Thermometer läßt man so weit in den Apparat hinabreichen, daß sein Quecksilbergefäß zur Seite des Viscosimeters steht, während das in die Flüssigkeit tauchende Thermometer bis nahe auf den Boden des Viscosimeters reichen soll. Den Trichter mit aufgesetztem Deckel setzt man ebenfalls ein, das Rührwerk läßt man herunter, so daß der Knopf auf der Scheibe nahe dem Deckel aufliegt, und schließt dann mit dem durch das Rührwerk geführten Verschlußstift die Auslauföffnung des Viscosimeters. Mittelst des auf der Seite angebrachten Lothes wird der Apparat hierauf senkrecht mit den schrägen Seiten seiner Füße auf die innere Kante des Kranzes eines genügend hohen Dreifußes gestellt und mit einer mitten unter die Wölbung des Heizbodens gestellten Flamme geheizt. Man erwärmt zunächst mit stärkerer Flamme bis auf etwa $^4/_5$ der gewünschten Temperaturgrade, dann mit immer schwächerer Flamme, bis die betreffende Temperatur allmälig erreicht ist und constant bleibt. Maßgebend ist lediglich das äußere zur Seite des Viscosimeters herabhängende Thermometer, nicht das für die Flüssigkeit bestimmte. Inzwischen hat man das fast bis zu den Niveaumarken in die Kanne eingefüllte Oel unter Drehen des Knopfes in der Richtung des darauf markirten Pfeiles mit mäßiger Flamme bis auf die gewünschte Temperatur erwärmt und dann so viel Oel zu- oder abgegossen, daß dasselbe gerade bis an die Niveaumarken reicht. Ist dann die Temperatur im Kasten constant geworden, so erwärmt man wiederum das durch die Manipulation mit der Kanne kälter gewordene Oel auf die betreffende Temperatur, gießt es rasch durch den Trichter

ein, läßt gut auslaufen und verschließt den Trichter wieder. Nun überzeugt man sich, ob das Oel im Niveau und bis zu den Marken steht, dreht das Rührwerk um, wobei man, wie auch beim nachherigen Aufziehen des Rührwerkes, der Vorsicht halber den Verschlußstift festhält und sieht, ob die Temperatur des Oeles die richtige ist. Alsdann zieht man das Rührwerk in die Höhe, läßt die Nase auf der Scheibe, auf welcher der Knopf lag, aufsitzen, so daß das Rührwerk nicht herunterfallen kann, zieht den Verschlußstift heraus, verschließt den Knopf des Rührwerkes durch einen beigegebenen Stift oder Kork und beobachtet, in welcher Zeit, vom Herausziehen des Stiftes an gerechnet, das Meßgefäß bis zur Marke 200 ccm gefüllt wird. Das Oel gießt man zweckmäßig mit einer um $^1/_4$ bis $^1/_2{}^0$ höheren Temperatur in das Viscosimeter. Die Kammer darf, damit sie nicht überhitzt wird, nur langsam erwärmt werden, so daß das Oel nur allmälig die erwünschte Temperatur erreicht; ebensowenig darf die Kammer durch Wegnahme der Flamme zu stark abgekühlt werden. In beiden Fällen ändert sich sonst leicht die Temperatur des Oeles während des Eingießens. Das Rührwerk der Kammer ist vor dem Eingießen bezw. Ablesen der Temperatur fleißig umzudrehen.

Fig. 177.



Hat das bereits eingegossene Oel eine zu hohe oder zu niedere Temperatur, so kann dieselbe durch Steigen oder Sinkenlassen der Lufttemperatur im Apparate regulirt werden.

Ein dem Engler-Künkler'schen ähnlicher Apparat ist von A. Martens[1]), wie aus der Fig. 177 ersichtlich, construirt worden. Das Gefäß *A* ist auf einem Dreifuße in das Luftbad gesetzt, welches durch den doppelwandigen Kasten *B* mit einer festen hinteren Glaswand *D* und einer vorderen beweglichen Glasscheibe gebildet ist. Das Luftbad kann durch den Kranzbrenner *E* mittelst der Seitenkammern *F* geheizt werden. Thermometer *T* und *H* zeigen die Wärme des Luftbades und Oeles an. Mit dem Rührer *K* aus Platindraht kann das Oel zur gleichmäßigen Wärmevertheilung in Bewegung gebracht werden. Gefäß *A* und Kolben *C* haben die vorschriftsmäßigen Abmessungen und Einrichtungen, nur ist der Stöpsel *G* ebenfalls durch die Decke des Luftbades geführt, um von außen abgezogen werden zu können. Die Wärme läßt sich durch die Flamme *E* und durch zeitweiliges Oeffnen der Glaswand leicht regeln. Man hat gegenüber dem Apparate mit Oelbad den Vortheil, daß das ausgeflossene Oel sich nicht abkühlt und daß der Apparat leicht gereinigt werden kann.

Die Scotch Mineraloil Association hat das Viscosimeter von B. Redwood acceptirt; die Resultate mit diesem Apparat sind in Minuten und

[1]) Mittheilungen aus den königlich technischen Versuchsanstalten zu Berlin 1889, Ergänzungsheft V, S. 6.

Secunden ausgedrückt, die 50 ccm Oel brauchen, um bei 21° C. die Röhre des Apparates zu passiren. (Siehe Journ. of Soc. of Chem. Ind. 5, 127.)

Außer der Bestimmung der Ausflußgeschwindigkeit sind in neuerer Zeit auf anderen Principien beruhende Viscosimeter construirt worden. Als Repräsentant dieser kann der Apparat von J. Chr. Stahl betrachtet werden. Er besteht aus einer Glasröhre, die beiderseits durch einen eingeschliffenen Glasstöpsel verschließbar ist. Um ein weniges unter diesen Glasstöpseln ist beiderseits eine Marke angebracht, so daß, wenn man das einerseits verstopfte Glasrohr in senkrechter Stellung mit dem zu prüfenden Oele füllt, und dann den zweiten Glasstöpsel aufsetzt, zwischen diesem und der Marke immer eine Luftblase von bestimmter Größe bleibt. Dreht man dann die Röhre um 180°, so daß der vorher obere Stöpsel mit der Luftblase nach unten zu stehen kommt, so kann man nach der Zeit, welche die Luftblase braucht, um im Oel aufzusteigen, die Viscosität messen. Je dickflüssiger das Oel ist, desto langsamer steigt die Blase auf.

Versuche mit diesem Apparate, im Laboratorium von Engler ausgeführt, ergaben unsichere und wenig exacte Resultate.

Bei dem von Heilmann [1]) construirten Apparate wird die Viscosität durch die Fallzeit einer Glaskugel gemessen [2]).

Prüfung auf Reibungswiderstand.

Neben der Prüfung der Schmieröle auf ihre Viscosität, die an und für sich wohl ein genügendes Maß zur Beurtheilung der Fettigkeit bietet, ist es auch von Wichtigkeit, durch directen Schmierversuch den Reibungswiderstand der Oele festzustellen.

Bekanntlich besteht die Reibung der Maschinentheile und dergleichen in dem Widerstande, den die Unebenheiten der gleitenden oder rollenden Flächentheile der sich über einander bewegenden Körper entgegensetzen. Die Unebenheiten der reibenden Theile schleifen sich gegenseitig ab, wodurch Kraftverlust, Erhitzung und Zerstörung der reibenden Maschinentheile die Folgen sind.

Um diese Umstände möglichst zu verhüten, wird zwischen die gleitenden Flächen ein Schmiermittel gebracht, welches dieselben von einander trennt und die directe Berührung der Unebenheiten verhindert. Es stoßen hierdurch die letzteren nicht mehr auf feste, sondern auf flüssige, leicht bewegliche Hindernisse. Die reibungsvermindernde Kraft der Oele ist unter allen Umständen von dem Flüssigkeitszustande, der Viscosität, abhängig. Je dünnflüssiger ein Oel ist, desto geringer ist sein Reibungswiderstand.

Es muß also ein gutes Oel möglichst dünnflüssig sein und doch die Eigenschaft einer möglichst großen Adhäsion besitzen, um eine genügende Schicht zwischen den sich reibenden Theilen bilden zu können.

[1]) Großmann: „Die Schmiermittel." — [2]) A. Künkler (Dingl. polyt. Journ. 279, 137) publicirt einen Apparat zur Prüfung der Mineralmaschinenöle auf Kältebeständigkeit; derselbe besteht aus einem Viscosimeter, das mit einem Salzeisgemisch als Kühlflüssigkeit gefüllt ist, und wird hierzu die Ausflußgeschwindigkeit bei niederen Temperaturen constatirt, wobei Glycerin als Einheit genommen wird.

Inwiefern die Reibung durch ein Schmiermittel vermindert wird, läßt sich entweder direct durch Bestimmung des Reibungscoëfficienten oder indirect durch die Erwärmung, die ein mit dem Versuchsöle geschmiertes Lager bei einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen zeigt, nachweisen.

Manche Apparate, die zur Bestimmung des Reibungswiderstandes dienen, lassen auch ein Urtheil zu über das chemische Verhalten des Schmiermaterials unter dem Einfluß starker Reibung, resp. erhöhter Temperatur (Verdickung, Verharzung 2c.), den Materialverbrauch, sowie die Schmierfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen. Bei dem Mangel eines absoluten Maßes für die Schmierfähigkeit sind alle Resultate nur relative, d. h. sie ergeben nur, inwieweit das untersuchte Material in günstigem oder ungünstigem Falle von einem notorisch guten, als Norm dienenden Schmiermittel abweicht.

Die Durchführung der Versuche kann nach zweierlei Principien vorgenommen werden. Man kann die zur Prüfung benutzten reibenden Flächen (Platten, Lager und Achsen) gerade nur mit der zur Schmierung nöthigen Menge des Oeles versehen und bei dem Versuche neben Reibungscoëfficienten oder Temperaturerhöhung der reibenden Theile die Zeit bestimmen, welche bei einem jeweilig angewendeten Minimalquantum des Oeles bis zur Beendigung des Versuches, d. h. bis zum völligen Verbrauch des Oeles (was sich durch die Temperaturerhöhung zu erkennen giebt), verstreicht, oder aber man kann mit einem Ueberschuß von Oel arbeiten, wobei man die Reibungscoëfficienten bezw. die Temperatursteigerungen ermittelt, die sich innerhalb einer zu wählenden Versuchsdauer zeigen.

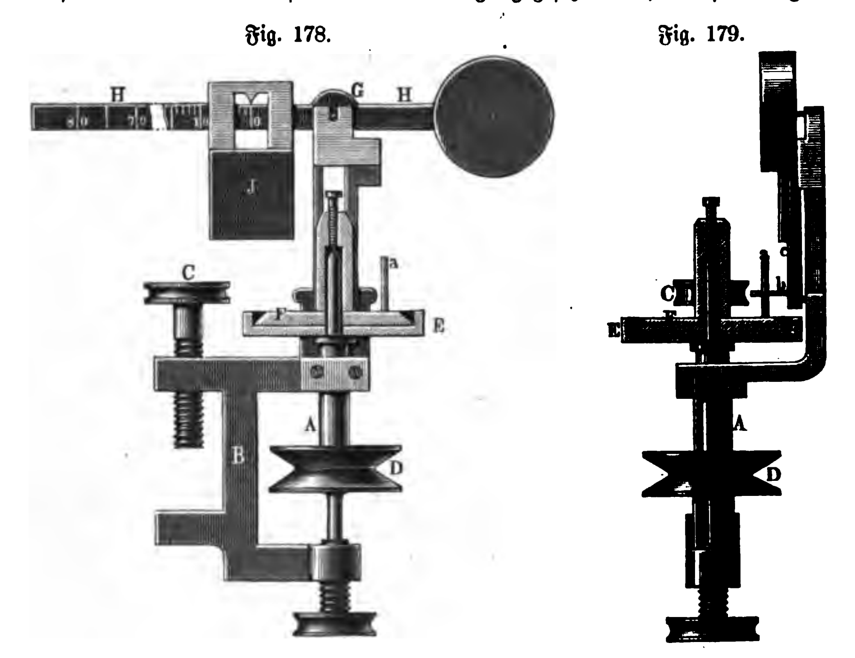
Bis jetzt aber ist noch kein Apparat zur Bestimmung der Schmierfähigkeit von Oelen construirt, der allen an einen solchen zu stellenden Anforderungen entspricht. Die technische Schwierigkeit der Herstellung solcher reibenden Flächen, die sich unter starkem Druck und starker Erwärmung nicht verändern, die sich insbesondere gleich bleiben, wenn man nach einander dicke und dünne Oele prüft, die Schwierigkeit, das Probeöl zwischen den reibenden Flächen gleichmäßig zu vertheilen, ohne daß ein Theil davon herausgepreßt wird, die Wärmeverluste, die theils durch Leitung der Metalltheile, theils durch Strahlung auftreten, sind Mißstände, welche sämmtlichen Apparaten dieser Art theilweise oder ganz anhaften.

Die besten Erfahrungen wird man immer noch dann machen, wenn man seinen Apparat immer nur unter möglichst gleichen Bedingungen zur Prüfung benutzt, wenn man also Oele von nicht zu sehr abweichender Consistenz und bei nicht zu sehr wechselndem Druck der reibenden Flächen, auch bei möglichst gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit der Achsen 2c. und möglichst gleicher Lufttemperatur der Prüfung unterzieht. Von den einzelnen Apparaten eignen sich vermöge ihrer Construction die einen mehr für leichte, die anderen mehr für schwere Oele. Es möge noch bemerkt werden, daß sich keine Normen bezüglich der Resultate mit Apparaten verschiedener Systeme mit denselben Oelen aufstellen lassen. Dafür sind die Apparate zu ungleich gebaut und die Versuchsbedingungen niemals völlig gleich zu gestalten, so daß man sich für jeden Apparat Normen selbst feststellen muß, d. h. daß man ermitteln muß, welche Resultate unter Anwendung eines als Norm gewählten Oeles erhalten werden, um darauf die Resultate mit den zu prüfenden Oelen zu beziehen.

Es seien die wichtigsten Apparate dieser Art nachfolgend beschrieben:

Apparat von Mac Naught (Glasgow). Bei diesem wird der Schmierwerth durch directe Beobachtung des Reibungswiderstandes beurtheilt; er ist in Fig. 178 in der Vorderansicht, Fig. 179 von der Seite abgebildet ($^1/_2$ natürliche Größe). Nur die Vorrichtung der reibenden Teller wurde im verticalen Schnitt dargestellt. *A* ist eine senkrecht stehende Spindel, die entweder mittelst Gestelles *B* und Schraube *C* an eine Tischplatte festgeschraubt oder auf andere Weise ein- für allemal befestigt wird. *D* ist eine Schnurscheibe oder ein anderes Treibrad, von wo aus die Spindel *A* in Bewegung gesetzt wird, *E* ist eine glatt

Fig. 178. Fig. 179.



polirte, mit aufgebogenem Rande versehene, an der Spindel festsitzende Messingplatte, *F* eine ebensolche aus harter Legirung hergestellte Platte, jedoch außer Verbindung mit der Spindel und nur lose auf *E* aufliegend, so daß sie bei Drehung dieser letzteren durch Friction mit fortgenommen wird. Der auf der Platte *F* stehende Stift *a* schlägt dabei an den horizontalen Stift *b* an, und bringt die mit letzterem in Verbindung stehende Zunge *c* der Wage *G* zur Ablenkung. Wage *G* ist gebildet aus dem Wagebalken *HH*, an dessen kürzerem Arm ein Gewicht fest aufgeschraubt ist, während der längere, mit Scala versehene Arm ein verschiebbares Gegengewicht *J* trägt.

Zur Prüfung des Oeles giebt man einige Tropfen davon auf die untere Messingplatte und bringt die Spindel mit ca. 500 Umdrehungen per Minute in Rotation. Scheibe *F* wird mitgerissen und drückt um so kräftiger auf die Zunge *c*, je geringer die schmierende Wirkung des Oeles ist. Durch Verschiebung des Laufgewichtes, welches bei Beginn des Versuches, also bei ruhendem Appa-

rate, genau auf 0 stehen muß, nach außen zu, bringt man die abgelenkte Zunge wieder auf den Nullpunkt zurück, und je weniger jene Verschiebung nach außen beträgt, um so größer ist der Schmierwerth des betreffenden Materials. Gleiche Geschwindigkeiten und gleiche Dauer der Versuche vorausgesetzt, verhalten sich sonach die Schmierwerthe zweier Oele umgekehrt wie die Entfernungen des Laufgewichtes vom Nullpunkte.

Dieser Apparat ist für Beurtheilung der Schmierfähigkeit unter geringem Druck gut geeignet, dagegen läßt er das Verhalten der Schmiermaterialien unter starkem Druck, welcher Fall gewöhnlich der häufigere ist, nicht erkennen.

Zu diesem Zwecke hat Duske[1]) den Apparat durch Anbringen eines Belastungshebels auch für stärkeren Druck eingerichtet, doch entsprechen die Verhältnisse der Duske'schen Construction nicht dem Druck, welcher bei den Lagern der Eisenbahnwagen, schweren Maschinen 2c. herrscht. Auch ist der Umstand als Fehler bei diesem Apparate zu betrachten, daß die Temperatursteigerung nicht beobachtet wird, die in dem reibenden Metall auftritt.

Will man aber von der Temperatur absehen, so ist die Einrichtung von Woodbury[2]) zu empfehlen, wo die obere Platte f, mit hohlem, ringförmigem Ausguß versehen, durch fortwährenden Zulauf von Wasser zum Ausgleich der Temperatur dienen kann. Auch ist sie gegen Wärmeausstrahlung durch eine Kapsel von Hartgummi geschützt. Um auch noch die Reibung der oberen Verticalachse auszuschließen, wendet derselbe statt der oberen ruhenden Lager zwei entgegengesetzt sich drehende Lager an, so daß das rechtsdrehende Reibungsmoment der einen Lagerfläche das linksdrehende der anderen aufheben kann. Die Einleitung der Bewegungen erfolgt durch Schnüre von der Hauptantriebswelle aus.

Die Oelprobirmaschine von Bailey[3]). Dieselbe besteht aus einem kräftigen Pendel, an welchem ein Gelenk befestigt ist, das die Pendelbewegung auf ein kleines, auf horizontaler Messingplatte hin- und herreibendes Stück Messing überträgt. Das zu probirende Oel wird in Tropfen auf die Messingplatte gebracht, und nach der Anzahl der Pendelschwingungen wird die Qualität des Oeles beurtheilt. Trotz des richtigen Gedankens, welcher diesem Apparate zu Grunde liegt, sind doch die Bedingungen, denen das zu prüfende Schmieröl bei einem Versuche ausgesetzt ist, viel zu abweichend von jenen, welchen es in Wirklichkeit unterworfen ist. Dieser Apparat soll jedoch, indem man den Versuch mit demselben Oele nach zwei bis drei Tagen wiederholt, besonders geeignet sein, das Verhalten des Oeles unter dem oxydirenden Einflusse der Luft kennen zu lernen.

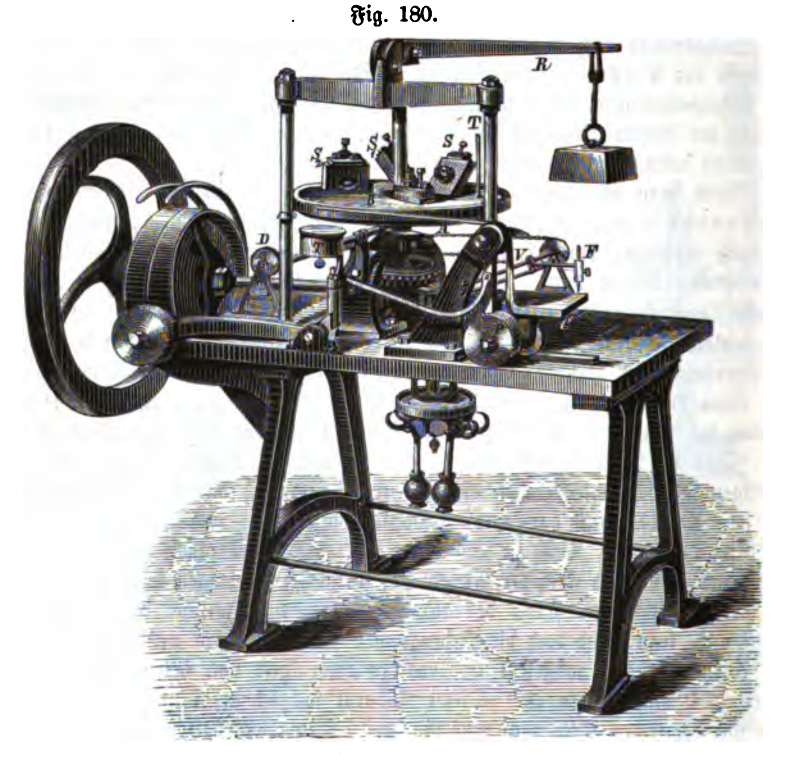
Der Apparat von Deprez und Napoli[4]) ist in Fig. 180, a. f. S., abgebildet. Er gestattet die directe Messung der durch die Reibung zweier Flächen unter dem Einflusse des Schmiermittels verzehrten Arbeit, welche entweder als Fläche aufgezeichnet oder sogleich in Verhältnißzahlen angegeben wird. In ersterem Falle wird durch das von dem Apparate aufgezeichnete Diagramm ein graphisches Vergleichsmittel geboten.

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. [2] 164, 19. — [2]) Wagner's Jahresbericht 1885, S. 1119. — [3]) Praktischer Maschinenconstructeur, Jahrg. 11, S. 393. — [4]) Dingl. polyt. Journ. 226, 30.

Auf der glatt polirten Scheibe A ruht eine ebensolche B mittelst dreier unter einem Winkel von 30° geneigten, darin befestigten Backen $S S_1 S_2$, deren jede der Scheibe A genau 10 qcm Berührungsfläche darbietet. Letztere übertragen den durch den Gewichtshebel R ausgeübten Druck gleichförmig vertheilt auf Scheibe A, welche von der Riemenscheibe D aus in Rotation versetzt wird; durch die Reibung zwischen A und den Backen $S S_1 S_2$ wird Scheibe B mitgenommen. Am Umfange dieser letzteren ist ein dünnes Stahlband angebracht, dessen zweites Ende am Umfange einer zwischen Spitzen leicht drehbaren Rolle befestigt ist, welche mit dem in der Ruhelage senkrecht hängenden Pendel P aus einem Stück

Fig. 180.



besteht. Die Drehung der Scheibe B bewirkt somit einen Ausschlag des Pendels P, welcher um so größer ist, je stärker die Backen $S S_1 S_2$ auf A reiben.

Durch einen Vorsprung an P, welcher in dem verticalen Schlitze V des horizontal und vertical zur Drehachse des Pendels auf dem Tische der Maschine gerade geführten Wagens C geführt ist, wird eine dem Ausschlage des Pendels und dem Reibungswiderstande proportionale Verschiebung des Wagens veranlaßt. Senkrecht zur Richtung dieser Verschiebung wird ein Stift F mit der der Tourenzahl der Scheibe A abhängigen Geschwindigkeit über den Wagen C bewegt, auf welchem sich ein Papierstreifen aufgelegt befindet. Durch beide Bewegungen, deren eine dem Reibungswiderstande an der Scheibe A, deren andere dem Wege

derselben proportional ist, wird ein Diagramm gezeichnet, dessen Fläche (Product aus Kraft und Weg) der Reibungsarbeit proportional sein muß. Unter sonst gleichen Umständen verzehrt ein schlechtes Schmiermaterial mehr, ein gutes weniger Arbeit durch Reibung, und es kann daher aus der Größe der erhaltenen Diagrammflächen ohne Weiteres der Werth des geprüften Schmiermittels abgeleitet werden.

Um die Diagrammflächen nicht berechnen zu müssen, ist an dem Apparat noch eine Vorrichtung angebracht, welche die sofortige Ablesung der Verhältnißzahl der während einer bestimmten Zeit bei Anwendung irgend eines Schmiermittels verbrauchten Reibungsarbeit gestattet. Dieselbe besteht aus einer Rolle T, welche durch eine Feder beständig gegen den Umfang einer mit A concentrischen Scheibe anliegend erhalten wird. Die Achse dieser Rolle kann alle möglichen Neigungen in einer und derselben verticalen Ebene annehmen und ist mit Pendel P in der Weise verbunden, daß sie gegen die Horizontale stets den gleichen Winkel einschließt, den jenes mit der Verticalen bildet. Die von diesem Apparate angegebene Tourenzahl der Rolle ist der Anzahl der durch Reibung verzehrten Meterkilogramme proportional und kann sofort zur Beurtheilung des Werthes des geprüften Schmiermittels dienen.

Von dem zu prüfenden Oele giebt man 5 g zwischen Scheibe A und die Backen $S S_1 S_2$. Um vergleichbare Resultate zu erhalten, muß die Umdrehungsgeschwindigkeit möglichst gleich erhalten werden, wozu noch ein besonderer, unter dem Tische sichtbarer Regulator angebracht ist.

Dieser Apparat hat nach Lamansky[1]) von allen bekannten Apparaten, welche zu Untersuchungen von Schmierölen verwendet werden, den Vortheil, daß bei Versuchen mit demselben immer eine bestimmte Menge des zu untersuchenden Oeles der Prüfung unterworfen wird, in Folge dessen man eine regelmäßige Vergleichung der Schmieröle mit einander festsetzen und ausführen kann, und so zu bestimmen in der Lage ist, welches Oel in bestimmter Menge und bei bestimmter Belastung und Geschwindigkeit sich durch die größte Beständigkeit des Reibungscoëfficienten auszeichnet.

Lamansky[2]) führte mit diesem Apparate Versuche im Beilstein'schen Laboratorium aus, welche Resultate hier angegeben sind. Er beschickte jeweilig den Apparat mit 30 ccm Oel, so daß pro 1 qcm der Reibungsfläche 1 ccm Oel kam. Die Versuchsdauer betrug drei bis vier Stunden, die Belastung bei gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit stieg von 5 bis 33 kg pro 1 qcm, oder aber es wurden bei Anwendung gleicher Belastung die Umdrehungsgeschwindigkeiten so variirt, daß die Dauer einer Umdrehung 0,75, 0,50, 0,35 Secunden betrug.

Nach je 625 Touren wurde die Temperatur in der oberen Platte beobachtet; desgleichen wurde auf die Temperaturschwankungen des Arbeitsraumes Rücksicht genommen. Hierdurch wurden die Grenzen der Belastung und der Geschwindigkeit für die geprüften Oele, damit aber auch die Brauchbarkeit derselben für bestimmte Zwecke (leichte oder schwere, langsam oder rasch laufende Maschinen) festgestellt. Endlich ließ man den Apparat bei ein und derselben

[1]) Dingl. polyt. Journ. 1883, S. 248. — [2]) Ebendaselbst 256, 176.

Benennung der Oele	Specifische Zähigkeit bei 19°	Dichtigkeit bei 15°	Reibungscoëfficient bei							
			5				9			
			Mittlerer Reibungscoëfficient	Reibungscoëfficient	Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur	Mittlerer Reibungscoëfficient	Reibungscoëfficient	Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur
							Organi			
Walrathöl	8	0,879	0,104	0,0013	6875 0,73″	16,0—16,3 14,5—15,5	—	—	—	—
Helles Rüböl	22	0,915	0,340	0,0045	13 750 0,69″	19,0—20,2 18,7—19,7	0,627	0,0046	17 500 0,69″	18,2—21,2 17,5—19,0
Rüböl, mechanisch gereinigt	22	0,915	0,517	0,0069	13 125 0,73″	16,4—18,4 15,5—16,2	1,250	0,0092	1250 0,63″	13,8—14,2 14,5—14,5
Italienisches Ricinusöl	250	0,962	1,850	0,0246	18 750 0,75″	20—26,2 19—21,2	2,790	0,0206	18 125 0,75″	20,4—28,8 19,0—21,2
							Mineral			
Maschinenöl 2 G	20	0,898	0,107	0,0014	13 750 0,70″	19,6—21,2 19—20	0,281	0,0020	13 750 0,76″	18,6—21,8 18,1—19,6
Oleonid 12 R	24	0,881	0,574	0,0076	6875 0,70″	17,6—17,8 13,4—15,2	0,804	0,0059	6875 0,72″	15,6—17,8 18,0—14,6
Mineralöl von Pastuchow	55	0,910	0,948	0,0126	20 000 0,70″	12,4—18,6 13,6—15,6	1,325	0,0097	1250 0,77″	14,8—15,3 15,2—15,4
Erdölrückstände von Nobel	55	0,910	1,386	0,0180	18 125 0,70″	14,4—19,6 14,0—16,0	—	—	—	—
Waggonöl 0 g	60	0,907	1,207	0,0160	16 875 0,75″	13,6—19,3 13,5—15,5	—	—	—	—
Oleonaphta I R	66	0,904	1,313	0,0175	16 875 0,75″	11,8—16,3 10,5—13,5	—	—	—	—
Waggonöl R	70	0,911	1,009	0,0135	16 875 0,75″	14,4—20,3 15,0—17,0	—	—	—	—
Maschinenöl I a g	102	0,914	1,021	0,0136	10 000 0,69″	24,8—22,8 18,0—18,0	2,563	0,0189	9375 0,76″	16,2—21,6 16,0—17,0
Cylinderöl G	191	0,917	1,864	0,0248	17 500 0,77″	17,2—22,3 15,0—17,0	2,702	0,0200	13 750 0,77″	17,4—24,2 17,6—17,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

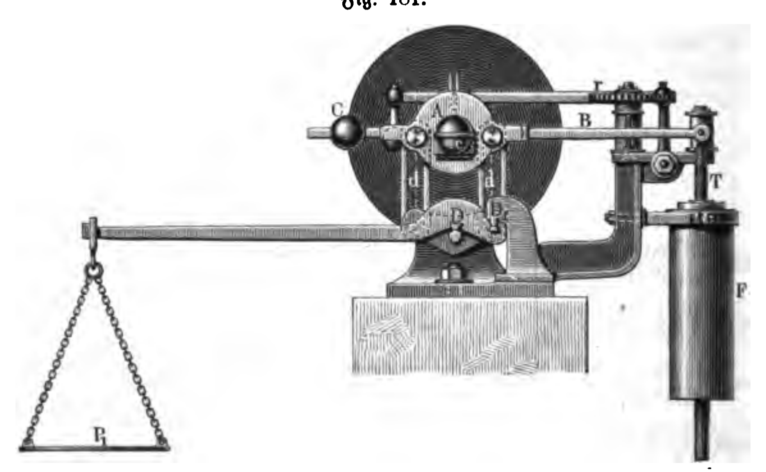
der Belastung kg/qcm											
15				25				29			
Mittlerer Reibungs-coëfficient	Reibungs-coëfficient	Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur	Mittlerer Reibungs-coëfficient	Reibungs-coëfficient	Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur	Mittlerer Reibungs-coëfficient	Reibungs-coëfficient	Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur
ſche Oele											
0,362	0,0016	6875 0,73″	13,2—16,2 14,0—15,2	—	—	—	—	—	—	—	—
1,798	0,0079	18 125 0,71″	18,5—24,9 18,5—20,2	—	—	—	—	—	—	—	—
1,653	0,0073	8750 0,77″	19,0—23,0 19,5—18,0	2175	0,0058	1250 0,81″	17,2—18,2 16,0—16,0	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
öle											
1,240	0,0055	13 750 0,69″	19,2—24,2 18,5—21,5	—	—	—	—	—	—	—	—
1,622	0,0070	6875 0,77″	15,6—17,8 14,0—14,5	—	—	—	—	—	—	—	—
1,325	0,0058	13 750 0,75″	14,8—20,9 16,0—16,2	2,721	0,0072	13 750 0,80″	15,4—24,2 16,5—16,4	—	—	—	—
2,446	0,0126	18 750 0,75″	12,0—19,6 12,0—13,0	3,322	0,0086	13 750 0,75″	12,0—19,6 12,0—13,0	3,527	0,0081	17 500 0,74″	13,6—23,6 13,0—16,0
2,544	0,0113	12 500 0,75″	16,0—20,6 12,2—14,0	3,115	0,0083	16 875 0,74″	13,4—22,4 11,5—15,0	3,129	0,0072	16 250 0,74″	14,5—24,6 14,0—16,0
2,172	0,0096	16 875 0,78″	13,2—20,1 12,0—13,5	3,542	0,0094	16 250 0,75″	13,4—22,5 12,0—14,5	—	—	—	—
1,950	0,0087	18 750 0,75″	12,0—19,8 12,5—15,0	2,893	0,0074	18 750 0,75″	11,8—20,4 11,0—14,0	2,884	0,0066	16 250 0,74″	14,6—22,7 14,0—15,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,318	0,0236	6875 0,78″	17,8—26,0 17,8—18,9	—	—	—	—	—	—	—	—
4,000	0,0177	6875 0,75″	34,6—32,4 17,8—18,0	—	—	—	—	—	—	—	—

(Maximal-) Belastung und Geschwindigkeit drei bis vier Stunden mit dem Oele laufen und bestimmte, inwieweit die Reibung dabei dieselbe blieb und die Temperatur in die Höhe ging, woraus auf die Beständigkeit des Oeles geschlossen werden konnte. In der Tabelle, a. S. 312 und 313, sind die bei Prüfung einer Reihe von vegetabilischen und mineralischen Oelen erhaltenen Resultate zusammengestellt, wobei der Zähler des in der Spalte über „Dauer des Versuches“ enthaltenen Bruches die Gesammttourenzahl, der Nenner die Zahl einer Umdrehung in Hundertstel Secunden bedeutet. Die specifische Viscosität wurde mittelst des Apparates von Lamansky bestimmt (S. 297, Wasser gleich 1).

Diese Versuche von Lamansky bestätigen, daß der Reibungscoëfficient von der Zähigkeit der Oele abhängt, flüssige Oele, d. h. solche, deren Zähigkeit die geringste ist, haben den kleinsten Reibungscoëfficienten, aber dieselben halten keine große Belastung aus, mit anderen Worten, sie können nicht zum Schmieren von schweren Maschinen benutzt werden.

Die Reibungswage von Sayol und Petit (Fig. 181) enthält als Reibfläche einen Versuchszapfen, der auf der Hälfte seines Umfanges durch die Lager-

Fig. 181.



schale *A* umschlossen ist. Der Zapfen steht direct mit der Transmission in Verbindung und hat an seinen Enden Backenansätze, die das Lager immer an demselben Platze erhalten. Im Schälchen *c* sammelt sich das ablaufende Oel. Das obere Lager und die Schmierschale stehen in einem gußeisernen Rahmen, der beiderseits durch Arme verlängert ist, deren einer das Gegengewicht *C* trägt, während der andere, längere *B* einen Bleistift führt. Der ganze Gußeisenrahmen, inclusive der Ansätze, muß sich im Zustande des Gleichgewichtes befinden. Der Bleistifthalter wird, um den Ausschlag des Hebels zu mäßigen, von unten durch einen Schwimmer gestützt, welcher aus dem im Wasser schwimmenden Metallcylinder *F* mit aufwärts stehender zugespitzter Stange *T* gebildet ist. Eine doppelte Sperrklinke *r* begrenzt den Ausschlag des Hebels nach beiden Seiten. Der Druck auf das Lager wird vermittelst verticaler Stangen *d d* ausgeübt,

welche den gußeisernen Rahmen des Wagebalkens mit einem ebenfalls gegossenen Stücke verbinden. In diesem sitzt das Stahlprisma D, dessen Schneide genau in der Verticale der Achse des Versuchszapfens liegt. Auf D ruht ein horizontaler Hebel und drückt von unten nach oben auf die Schneide D_1, welche mit der Fundamentplatte des Apparates in starrer Verbindung steht. Das andere Ende des Hebels trägt die Wagschale P_1, auf die man die für den gewünschten Druck erforderlichen Gewichte legt. Der zu ermittelnde Kraftaufwand P äußert sich nach dem Stande der Schwimmerachse, welche die Basis des Systems bildet, wozu natürlich nöthig ist, daß sich der Schwimmer frei vertical in einem cylindrischen, bis zu bestimmtem Niveau mit Wasser gefüllten Recipienten bewegen kann. Das Niveau wird so regulirt, daß, wenn der Wagebalken aufwärts steht, der Schaft des Schwimmers das obere Ende des Bleistiftes berührt, ohne auf ihn zu drücken.

Ist s der Querschnitt des Schwimmers, S der des Recipienten, S bis s also der ringförmige, von dem Wasser eingenommene Querschnitt und bezeichnet man mit K das Verhältniß $\frac{s}{S - s}$ des Querschnittes des Schwimmers zu dem von dem Wasser eingenommenen, so erhebt sich bei einer Einsenkung h die Flüssigkeit auf $K h$ und der Druck unter dem Schwimmer ist

$$P = (Kh + h)\, s d,$$

wobei d die Dichtigkeit der Flüssigkeit bezeichnet. Für Wasser $= 1000$ gesetzt, hat man

$$P = (Kh + h)\, 1000 s = (K + 1)\, h s \times 1000.$$

Der Werth von K wird so gewählt, daß jedes Centimeter Einsenkung des Schwimmers einer Kraft $p = 100\,g$ entspricht.

Ist dann L die Länge des Wagebalkens, r der Radius des Zapfens, so wird die Tangentialkraft f, auf den Zapfenumfang bezogen, ausgedrückt durch

$$\frac{f}{P} = \frac{L}{r}, \text{ woraus } f = \frac{P . L}{r},$$

und die Reibungsarbeit ist für n Touren pro Minute

$$T = \frac{n}{60} \times 2 \pi r f$$

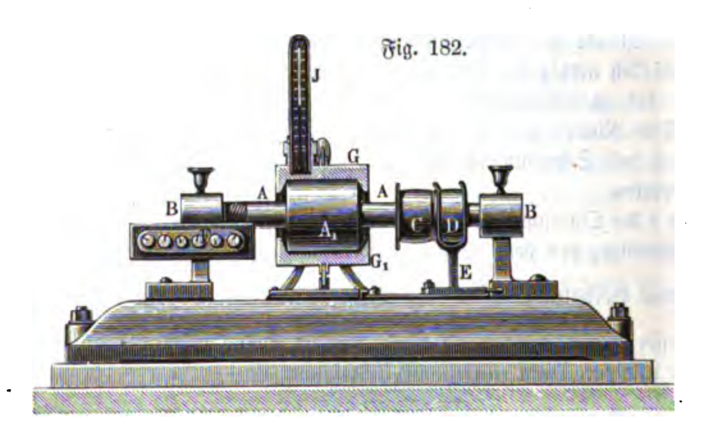
in Kilogrammen pro Secunde.

Ingram und Stapfer's Apparat. Bei diesem Apparate wird der Reibungswiderstand nach der Erwärmung bemessen, die an einem Achsenlager nach einer bestimmten Anzahl von Umdrehungen und unter bestimmtem Druck eintritt. Derselbe ist in Fig. 182, a. f. S., in der Vorderansicht, die Lagerkapsel im Verticalschnitt in Fig. 183, a. f. S., von der Seite abgebildet. (Maßstab 1 : 6.) A ist eine in den Lagern $B B$ ruhende Welle, die durch die Riemenscheibe C in Bewegung gesetzt, durch die Leerscheibe D abgestellt wird; E ist der Ausrücker für den Riemen. Durch die an einem Ende der Welle befindlichen Schraubengänge überträgt sich die Bewegung auf das Zählwerk F. Bei A_1 ist die Welle wulstartig verstärkt und hier von den beiden messingenen Lagerkapseln

G und G_1 umschlossen. Mittelst der Hebelarme H und H_1 können die beiden Kapselhälften je nach Stellung der verschiebbaren Gewichte mehr oder minder stark gegen die Achse angepreßt werden. J ist ein in der oberen Lagerschale befestigtes Thermometer.

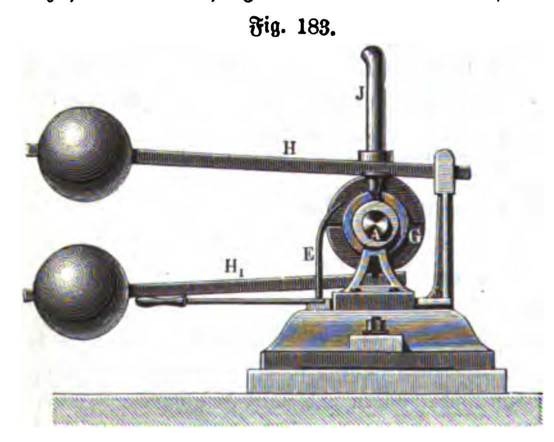
Bei Ausführung der Proben kann man auf zweierlei Weise verfahren: man läßt entweder den Apparat so lange laufen, bis das Thermometer durch

Fig. 182.



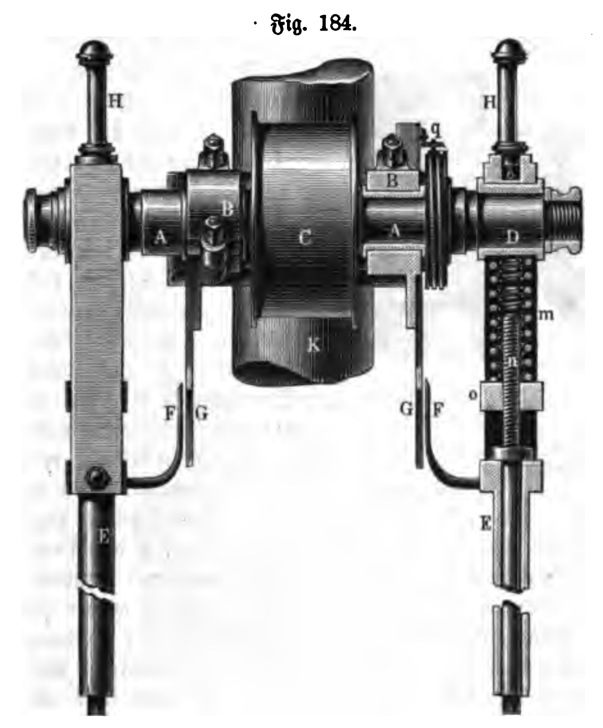
die eingetretene Erwärmung um eine bestimmte Anzahl von Temperaturgraden gestiegen ist, notirt die Umdrehungszahl, oder aber man giebt eine bestimmte Anzahl von Umdrehungen und notirt die Temperaturgrade, um welche sich die Lagerkapsel erwärmt hat. Je mehr Umdrehungen im ersteren, je geringer die Temperatursteigerung im letzteren Falle, um so höher muß der Schmierwerth des untersuchten Materials sein. Meist wird nach ersterem Princip verfahren. Man nimmt die Lagerkapseln ab, giebt, nachdem sie gut mit Weingeist gereinigt sind, fünf bis sechs Tropfen (man kann sich hierzu auch einer ganz kleinen Glaspipette bedienen) des zu untersuchenden Oeles auf, bringt die Kapseln wieder an Ort und Stelle, setzt das Thermometer ein und belastet mittelst der beiden Hebel auf ein bestimmtes Gewicht. Nachdem dann noch der Stand von Thermometer und Zählwerk notirt ist, wird die Welle mit einer Geschwindigkeit von 200 bis 600 Touren per Minute in Rotation versetzt. Es ist nothwendig, bei jedem Versuch mindestens 5000, bezw. 10 000 Umdrehungen vorzunehmen, auch muß, nachdem

Fig. 183.



der Apparat wieder still steht, der Stand des Thermometers sofort, selbstverständlich auch derjenige des Zählwerkes, notirt werden. Sollte, was bei ganz schlechtem Material leicht eintritt, das Thermometer schon vor der angegebenen Umdrehungszahl zu hoch (mehr als 100°) steigen, so muß der Versuch schon früher abgebrochen werden. Dividirt man nun die Umdrehungszahl durch die Anzahl der Grade, um welche sich das Lager erwärmt hat, so erhält man die Anzahl der Umdrehungen für je 1° Erwärmung. Je größer der erhaltene Quotient, desto höher ist der Schmierwerth des untersuchten Oeles. Sehr übersichtlich werden für vergleichende Versuche die Resultate, wenn man sie durch Curven darstellt, auf deren Ordinaten die Temperaturgrade, auf deren Abscissen die Umdrehungszahlen aufgetragen sind.

Fig. 184.



Nach Albrecht erwärmt sich bei vegetabilischen Schmierölen mittlerer Qualität mit 10 000 Umdrehungen das Lager um 16 bis 21° C., bei vorzüglichen mineralischen Schmierölen kommen auf eine gleiche Temperaturerhöhung nach Engler's Beobachtungen 30 000 und mehr Umdrehungen bei voller Belastung.

Um gleichzeitig festzustellen, ob die Schmierfähigkeit eines zu untersuchenden Materials eine dauerhafte sei, setzt man den geöffneten Apparat nach etwa eintägiger Ruhe, aber ohne ihn frisch mit Oel zu beschicken, wieder in Bewegung. Das Oel ist nun dem Einflusse der vorhergehenden Schmierölprobe und des Sauerstoffs der Luft unterlegen und beinahe immer zeigt sich jetzt in Folge von Erhärtung, Verharzung oder Verdunstung ein ungünstigeres Resultat. Gute Oele müssen sich beim ersten und zweiten Versuch möglichst gleich bleiben. Wiederholt man diesen Versuch noch ein zweites und drittes Mal, so treten die Differenzen noch stärker hervor.

Wesentlich für das Gelingen des Versuches ist es, daß die Umdrehungsgeschwindigkeit möglichst gleich bleibt, die gesammte Versuchsdauer annähernd constant gewählt wird und dazu der Apparat so aufgestellt ist, daß er keinen zu

großen Temperaturschwankungen unterliegt. Seiner ganzen Bauart nach eignet er sich nur zur Prüfung leichterer Oele.

Thurston-Henderson's Oelprobirmaschine. Mit diesem Apparate wird der Reibungswiderstand des Oeles selber, resp. die Arbeit bestimmt, welche nothwendig ist, um einerseits die Cohäsion der Oelmoleküle bei Drehung der Achse zu überwinden, andererseits wird auch die Wärme bestimmt, welche diese innere Arbeit hervorruft, resp. in welche sie umgesetzt wird und die benachbarten Theile der Lager und Achsen erwärmt.

Fig. 184, a. v. S., giebt die Vorderansicht links im Aufrisse, rechts im Verticalschnitt; Fig. 185 die Seitenansicht. Welle A ruht in den beiden Lagern $B\,B$ und wird durch die Riemenscheibe C in Rotation versetzt. Beiderseits ragt Welle A über die Lager $B\,B$ hinaus und wird hier von den messingenen Schalen $D\,D$ umschlossen, an welch letzteren die belasteten Arme $E\,E$ befestigt sind und pendelartig herunter hängen. Das untere Schalenpaar $D\,D$ wird durch die starken Sprungfedern m gegen die Achse A angedrückt und kann dieser Druck mittelst Schraube n beliebig verstärkt oder verringert werden. Ein an der Mutter o befestigter Zeiger zeigt nach Art einer Federwage auf der Scala p den Druck der Federn auf das Lager in Kilogramm per Quadratcentimeter an. Bei Drehung der Achse A werden die anhängenden Arme $E\,E$ in der Richtung der Drehung abgelenkt und läßt sich der Grad der Ablenkung mittelst der Zeiger $F\,F$ auf dem Quadranten $G\,G$ ablesen. Manche Scalen geben außer der Ablenkung zugleich auch den daraus umgerechneten Reibungscoëfficienten an, was jedoch keinen praktischen Werth hat. In den oberen Schalen ist je ein Thermometer H zur Bestimmung der Reibungswärme eingesetzt; das Zählwerk J giebt die Anzahl der Umdrehungen an. Seine Bewegung erhält es durch eine auf der Versuchsachse sitzenden Schnecke, deren Rotation durch die Zahnrädchen q übersetzt wird. Als Träger des Ganzen dient Säule K mit den zwei Armen L.

Fig. 185.

Bei Ausführung der Probe wird das zu untersuchende Oel in einem kleinen Glasröhrchen oder Glaspipettchen durch ein in der oberen Schale befindliches Oelloch auf das gut gereinigte Lager gegeben, der Stand des Thermometers und Tourenzählers notirt und die Achse mit ca. 300 Touren per Minute in Rotation gesetzt. Von 500 zu 500 oder 1000 zu 1000 Umdrehungen notirt man die

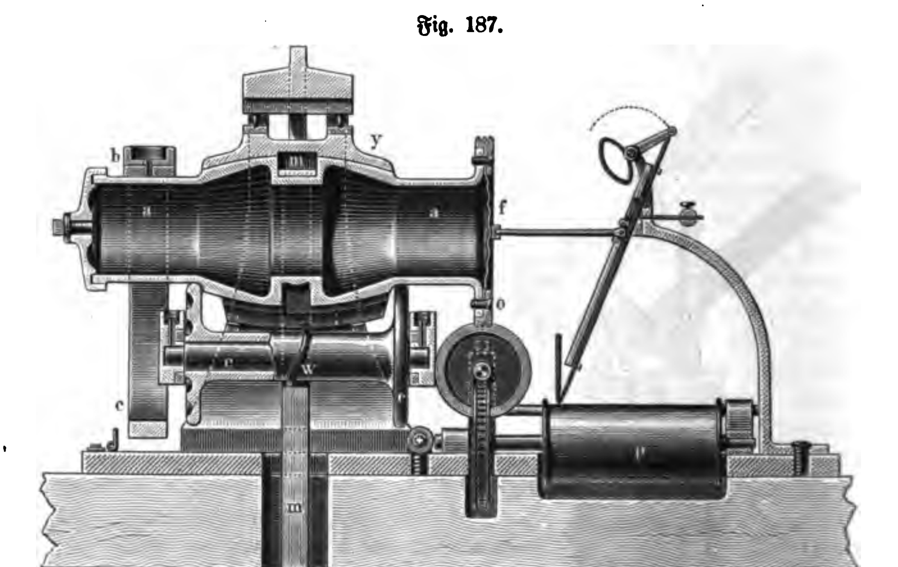
Temperatur und die Ablenkung der Pendelarme an den Quadranten, und wenn die Temperatur durch die Reibung um ungefähr 30° gestiegen ist, was ca. eine halbe bis eine Stunde Zeit in Anspruch nimmt, wird der Apparat wieder abgestellt. Dasjenige Oel, welches bei gleicher Erwärmung der Lagerschalen die geringste Ablenkung des Pendelarmes und die größte Tourenzahl ergiebt, ist das beste. Als ein großer Vorzug dieses Apparates muß bezeichnet werden, daß er die Prüfung der Oele unter beliebigem, insbesondere auch sehr starkem, der Belastung einer Eisenbahnwagenachse entsprechenden Druck, sowie die vergleichsweise und gleichzeitige Prüfung zweier Oele (Normalöl und Versuchsöl) erlaubt.

Fr. Lux (D. R.-P. Nr. 14 117) hat den Thurston-Henderson'schen Apparat dahin abgeändert, daß durch eine selbstthätige Vorrichtung der Pendelausschlag in graphischer Gestalt aufgezeichnet wird. In Fig. 186 lassen sich die betreffenden Theile erkennen; *b* ist eine an der Versuchswelle befestigte kleine Schnecke, deren Bewegung, durch die Zahnrädchen bei *c* bedeutend verlangsamt, auf den Hohlcylinder *f* übertragen wird. Letzterer ist abnehmbar und zum Auf- und Ablegen eines Papierstreifens eingerichtet. Oben am Versuchspendel ist ein Hebelarm befestigt und das Ende des letzteren setzt eine Vorrichtung in Bewegung, durch welche die Ablenkungen des Hebels mittelst eines Stiftes auf den Papierstreifen der langsam rotirenden Trommel *f* übertragen, bezw. graphisch aufgezeichnet werden. Da bei diesem Apparate unter sonst gleichen Bedingungen die Reibung proportional dem Sinus des Ausschlagwinkels ist und der Stift genau um diesen Sinuswerth in einem Schlitze senkrecht auf- und abwärts bewegt wird, so ist der mechanische Effect (Schmierfähigkeit) eines Schmieröles genau umgekehrt proportional den Verticalabständen der von dem Bleistifte aufgezeichneten Linie von der bei Ruhelage des Pendels durch den Bleistift aufgezeichneten Grundlinie. Das auf den Cylinder aufgelegte Papier ist mit einem System horizontaler und verticaler Parallellinien versehen, und da die Abstände der letzteren immer einer bestimmten Tourenzahl der Versuchswelle entsprechen, kann am Schlusse des Versuches die Gesammtzahl der Umdrehungen ohne Weiteres auf dem Papierstreifen abgelesen werden. Wählt man endlich auch noch die Abstände der Horizontallinien so, daß sie dem Sinuswerth von 1° gleich sind, so lassen sich die Reibungswerthe sehr einfach berechnen.

Fig. 186.

Die Oelprobirmaschine von R. Jähns[1]) beruht auf gleichem Princip wie die Thurston'sche, insofern auch hier der Reibungswiderstand und die in der Probeachse eintretende Erwärmung bestimmt werden. Nur erfolgt die Wärmemessung durch Bestimmung der Ausdehnung einer Federplatte, die an der hohlen, mit Aetherdampf gefüllten Versuchswelle befestigt ist. Auch findet bei Messung des Reibungswiderstandes die Berührung zwischen Probeachse und Lagerschale nur auf einer Linie statt, so daß die durch wechselnde Reibungsflächen bedingten Versuchsfehler nach Möglichkeit vermieden sind. In Fig. 187 und 188 bedeutet *a* die hohle Versuchswelle, *b* die aus gehärtetem Stahl hergestellte Versuchsschale, deren Reibungsfläche gegen *a* dadurch auf ein Minimum reducirt ist,

Fig. 187.



daß der Durchmesser des Schalenkreises etwas größer als derjenige der Versuchswelle ist, so daß Berührung beider nur auf einer Linie parallel der Achse der Versuchswelle stattfindet.

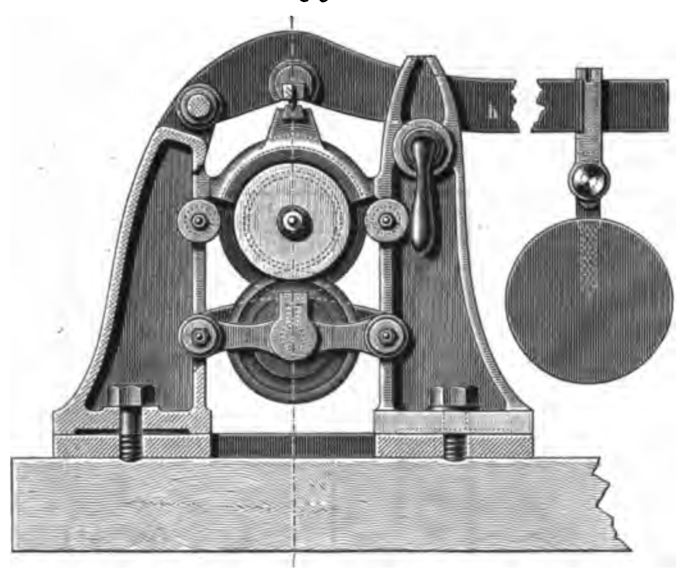
Die Schale selbst bildet den oberen Theil eines bügelförmigen Pendels (Fig. 189), dessen untere Hälfte vermöge Vertheilung der Masse ein größeres Schwingungsmoment als die obere besitzt. Bei Prüfung eines Oeles bringt man letzteres zwischen Achse und Schale und setzt die Achse mittelst Treibriemens *m* in Rotation. Die Neigung des Pendelbügels *c* giebt das Maß für die Schmierfähigkeit, welche letztere auch hier dem Sinus dieses Winkels umgekehrt proportional ist.

Um auch die Erwärmung des Zapfens unter dem Einflusse eines Oeles vergleichsweise zu ermitteln, liegt auf dem mittleren Wulst der Achse eine ent-

[1]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 27, 384.

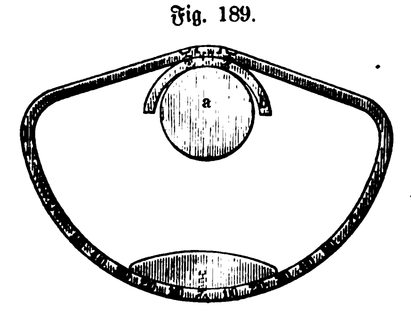
sprechend gekrümmte Schale *y*, die mittelst Hebels *h* und eines Laufgewichtes unter verschiedenem Druck gegen *a* angepreßt werden kann. Nach unten ist die Achse bloß durch die beiden Rollen *e e* unterstützt, doch ohne dabei irgend wesentliche Reibung bezw. Erwärmung zu erzeugen. Auf diese Art ist Schale *y* nahezu thermisch isolirt. Die hohle Versuchsachse ist mit Aetherdämpfen angefüllt und


Fig. 188.



auf der einen Seite durch die Federplatte *f* verschlossen. Erwärmt sich die Achse, so dehnt sich der Aether aus (um das Zehnfache der atmosphärischen Luft), drückt die Federplatte nach außen und bewegt durch entsprechende Uebersetzung einen Schreibstift. An letzterem vorüber bewegt sich ein Papierband *p*, dessen Bewegung von der Schnecke bei *o* aus durch Uebersetzung geschieht. Bei 250 Umdrehungen per Minute schreitet das Papierband um 3,75 mm vorwärts. Um durch den Stift keine Reibung zu erzeugen, ist eine Vorrichtung vorhanden, durch die ein momentanes Andrücken desselben nur alle 15 Secunden erfolgt. Die einzelnen Punkte geben ein genügendes Bild der Curve, welche letztere, so lange

Fig. 189.



noch genügend Oel vorhanden, constant verläuft, dann aber in dem Maße, als die aufgegebene Oelmenge (12 Tropfen) wiederholt in Anspruch genommen und aufgebraucht wird, mehr und mehr in die Höhe steigt. Die Abscissen der Curve entsprechen den Umdrehungen der Achse, somit auch dem zurückgelegten Wege des

Oeles, die Ordinaten seiner Zustandsänderung bezw. Erwärmung, so daß man in der Curve ein Bild der Beziehungen zwischen Weg und Widerstand innerhalb eines und desselben Zeitabschnittes erhält. Das Product beider giebt die Größe der Widerstandsarbeit. Dieses Product wird unmittelbar durch diejenige Fläche dargestellt, welche von der Curve selbst und der durch den Anfangspunkt desselben gehenden Abscisse, die Lufttemperaturlinie, begrenzt wird. Das Qualitätsverhältniß verschiedener Schmieröle zu einander kann durch die Producte aus diesen Flächenräumen und der Größe des Sinus der Pendelausschlagswinkel ausgedrückt werden. Unter Berücksichtigung des Preises der Materialien kann man so zu deren ökonomischem Nutzwerth gelangen, was durch folgende von Jähns gegebene tabellarische Uebersicht der mit einigen Oelen erhaltenen Resultate verdeutlicht wird.

Art des Schmieröles	Preis per 1000 kg		Schmierwerth. Größen der von den Curven umschlossenen Flächen. Abscissenzeit, Ordinatentemperaturen der Versuchsöle in jedem Zeitpunkte des Versuches		Nutzwerth in Bezug auf Preis und Schmierfähigkeit Rüböl = 1
	Mk.	Pfg.	absolut	relativ	
Rohes Rüböl	57	—	53,70	1	1
Achsenöl I	42	—	49,50	1,08	1,47
Oleonaphta	28	5	80,00	0,66	1,33
Petrosine	26	—	62,44	0,86	1,88

Apparat der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn. Dieser Schmierprobeapparat, welcher im Jahre 1878 in Paris ausgestellt wurde, hat den großen Vorzug, daß er gute Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Schmiermaterialien für schwer belastete Achsen von Eisenbahnwagen, Locomotiven, für Maschinenlager &c. liefert. Er gestattet die Beobachtung der Umdrehungszahl der Achse, ferner der Umdrehungsgeschwindigkeit, bezw. des von den betreffenden Radperipherien in bestimmter Zeit zurückgelegten Weges, sowie auch der eintretenden Erwärmung des Lagers bei verschiedener Achsengeschwindigkeit und Belastung. Endlich kann auch noch der Oelverbrauch und das Verhalten des Oeles auf der Achse beurtheilt werden. In Fig. 190 und 191 ist der Apparat abgebildet. Auf einem festen Steinfundament steht das gußeiserne Gestell A; beiderseits sind Führungen für die Welle B, welche die beiden Frictionsräder $c\,c$ trägt, angebracht. Die Reifen der beiden Räder befinden sich in einer der Spurweite des Bahngeleises entsprechenden Entfernung und tragen zwei gewöhnliche Eisenbahnräder $D\,D$, deren Achse E seitlich in die Achsenbüchsen m eingepaßt ist. Die Büchsen haben ähnliche Einrichtung wie die der Eisenbahnwagen und dienen zur Aufnahme des zu prüfenden Schmiermaterials. Auf der Achsenbüchse aufruhend, befinden sich beider-

Fig. 190.

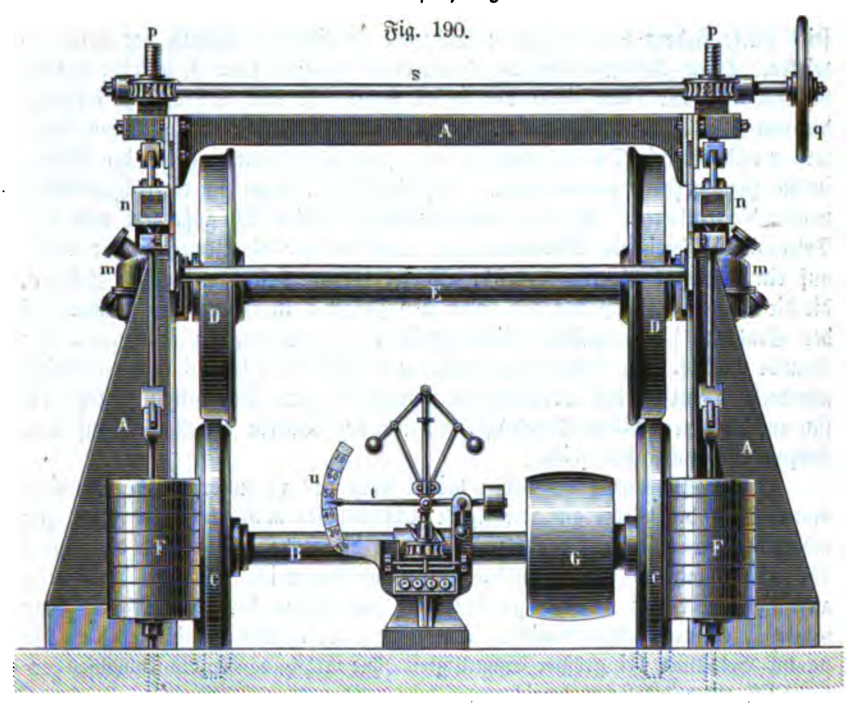
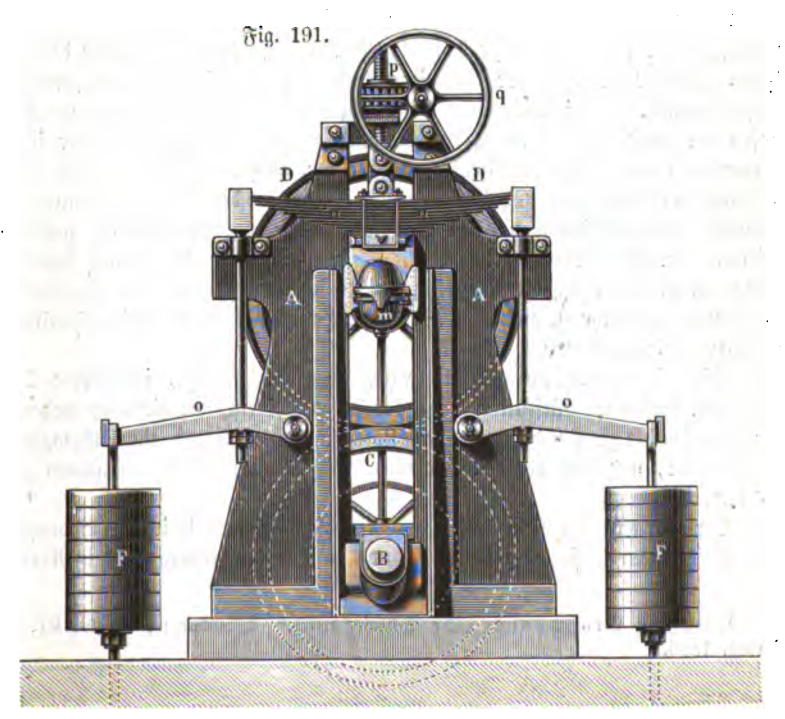


Fig. 191.



seits starke Federn *n n*, an deren Ende die Gewichte *f f* mittelst der Hebel *o o* wirken. Durch Auflegen oder Abnehmen von Gewichten kann *E* beliebig belastet werden. In der Mitte jeder der beiden Federn ist eine Schraube *p* befestigt, die von dem Triebrade *q* aus vermittelst der ein Schraubenrad bildenden Muttern *z* und der mit Schraubengängen versehenen Kreuzwelle *s* sammt den Federn in die Höhe gehoben werden kann. Auf diese Weise lassen sich die Achsenbüchsen vollständig entlasten. An der unteren Welle befindet sich außerdem noch das Triebrad *G*, sowie ein Schraubengang, durch welchen die Bewegung der Welle auf ein Zählwerk übertragen wird. Dieses Zählwerk setzt außer den Zeigern, die die Umdrehungszahl angeben, auch den Zeiger *t* in Bewegung, welcher auf der Scala *u* die ungefähre Schnelligkeit der Radränder in Kilometern per Stunde angiebt. Die beiden Frictionsräder *c c* sind um etwa 2,5 mm excentrisch abgedreht, damit bei der Drehung eine schwache verticale Oscillation entsteht, die sich auf die oberen Räder überträgt, wodurch das Rütteln der Wagen auf dem Bahngeleise nachgeahmt wird.

Bei Ausführung einer Probe bringt man das zu untersuchende Schmiermaterial an die vorher gut gereinigten Achsenbüchsen *m m*, hebt die Feder zur möglichsten Entlastung der oberen Welle in die Höhe und bringt die untere Welle in Rotation. Erst wenn das Ganze im Gange ist, läßt man die Federn allmälig nieder und belastet sie schließlich mit einem der beabsichtigten Verwendung entsprechenden Gewicht. Dasjenige Oel, welches bei dieser Probe die stärkste Belastung bei größter Schnelligkeit ohne Erhitzung der Achsenbüchsen erträgt, ist als das beste zu bezeichnen.

Wenn auch dieser Apparat eine genaue Messung des Reibungswiderstandes nicht gestattet, so ermöglicht er doch eine sehr zutreffende Beurtheilung des praktischen Werthes verschiedener Schmiermaterialien, insbesondere giebt er sichere Anhaltspunkte, ob bei bestimmten Belastungen und Geschwindigkeiten ein Heißlaufen der Achsen zu befürchten ist oder nicht, gerade dieser Punkt aber ist bei Verwendung von Oelen zu Eisenbahnzwecken von größter Wichtigkeit. Da außerdem auch der Verbrauch und das chemische Verhalten des Materials unter dem Einflusse starker Reibung und der Luft nach längerer Versuchsdauer, sowie die Wirkung der Vorrichtungen (Dochte ꝛc.) zur Zuführung des Oeles beurtheilt werden kann, dürfte sich die Aufstellung eines solchen Apparates für große Werkstätten von Eisenbahnen, auch von Berg- und Hüttenwerken, Maschinenfabriken ꝛc. in erster Linie empfehlen.

Die Oelprobirmaschine von Prof. Willigk, im Jahre 1883 construirt, beruht im Wesentlichen auf demselben Princip, wie die vorhergehenden, nur unterscheidet sie sich dadurch, daß statt eines Traglagers ein Stützlager gewählt wurde, und daß bei den Versuchen hauptsächlich die Temperaturen beobachtet werden.

Der Apparat [1]) besteht aus einer verticalen Welle, die in der Bodenplatte eines gußeisernen Gestelles gelagert ist, und durch einen Räderantrieb in Rotation

[1]) Joseph Großmann: „Die Schmiermittel.“ Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1885.

gesetzt wird. Diese Welle trägt an ihrem oberen Theile einen kelchartigen, hohlen Conus, der die Lagerpfanne für den Probezapfen bildet. Den letzteren bildet ein zweiter hohler Conus aus Rothguß, der in den ersten so eingeschliffen ist, daß er auf dem Boden desselben genau aufsitzt. Mittelst eines Gewichtshebels kann dieser Probezapfen innerhalb gewisser Grenzen beliebig belastet werden. Der Innenraum des Probezapfens ist mit Quecksilber angefüllt, in welches das zur Beobachtung der Temperatur dienende Thermometer eintaucht.

Von dem zu prüfenden Oele wird eine kleine Menge in den unteren Theil des die Lagerpfanne bildenden Conus gebracht und die Maschine sodann in Rotation versetzt.

Die Prüfung auf die Güte der Schmiermaterialien wird entweder in der Weise durchgeführt, daß man das Probelager mit einem bestimmten Oelquantum schmiert und die Zahl der Umdrehungen zählt, welche die Maschine beim Gebrauche der verschiedenen Oele macht, bis das Lager eine bestimmte Temperatur erreicht, oder man läßt die Maschine die gleiche Anzahl von Umdrehungen machen und beobachtet die Temperatur, welche das Probelager beim Gebrauche der verschiedenen Oele annimmt. Bei ersterer Methode zeigt die höhere Umdrehungszahl, bei letzterer die niedrigere Temperatur das bessere Schmiermaterial an.

Die zweite Methode liefert in der Praxis hinreichende Resultate, nur ist es besser, statt eines Tourenzählers eine gut gehende Uhr mit Secundenzeiger anzuwenden und die Temperaturzunahme in der Weise zu bestimmen, daß man den Apparat für jedes Schmiermaterial durch gleich lange Zeit mit gleicher Geschwindigkeit rotiren läßt.

Der Herrmann'sche Apparat (Fig. 192, a. f. S.), nach Angaben von A. Martens[1]) durch das mechanische Institut von Karl Bamberg ausgeführt, besteht aus einer cylindrischen Spindel, welcher man eine bestimmte Neigung gegen die Wagerechte geben kann. Auf der Spindel reitet eine durch Gewicht belastete Lagerschale, welche sie halb umfaßt. Wird die Spindel in Umdrehungen versetzt, so gleitet das Lager in der Richtung der Längsachse über die Spindel. Aus der Spindelneigung, der Umdrehungszahl und der Größe der Gleitung wird der Reibungscoëfficient berechnet.

Die dem Apparate zu Grunde liegende Theorie führt zur nachstehenden Gleichung:

$$R = \frac{tang\ a}{sin\ \beta},$$

in welcher R der Reibungscoëfficient, a der Neigungswinkel der Versuchsspindel gegen die Wagerechte, β der Neigungswinkel der von irgend einem Punkte der Lagerschale auf dem Spindelumfange beschriebenen Schraubenlinie gegen die Querschnittsebene ist.

Da der Winkel β bei der geringen Spindelneigung, welche hier in Anwendung kommt, sehr klein ist, so kann man setzen:

$$sin\ \beta = tang\ \beta = \frac{s}{\pi d} = \frac{1}{n \pi d},$$

[1]) A. Martens: „Mittheilungen aus den königl. techn. Versuchsanstalten in Berlin.“ Ergänzungsheft III, 1888.

worin d der Durchmesser der Spindel, s die Verschiebung des Lagers in der Achsenrichtung der Spindel, d. h. gleich der Steigung der Schraubenlinie, $n = \frac{1}{s}$ die Zahl der erforderlichen Spindelumdrehungen ist, um die Lagerschale in der Achsenrichtung um die Größe 1 zu verschieben. Führt man diese Werthe ein, so ist der Reibungscoëfficient

$$R = \frac{\pi\, d\; tang\; a}{e} \cdot n.$$

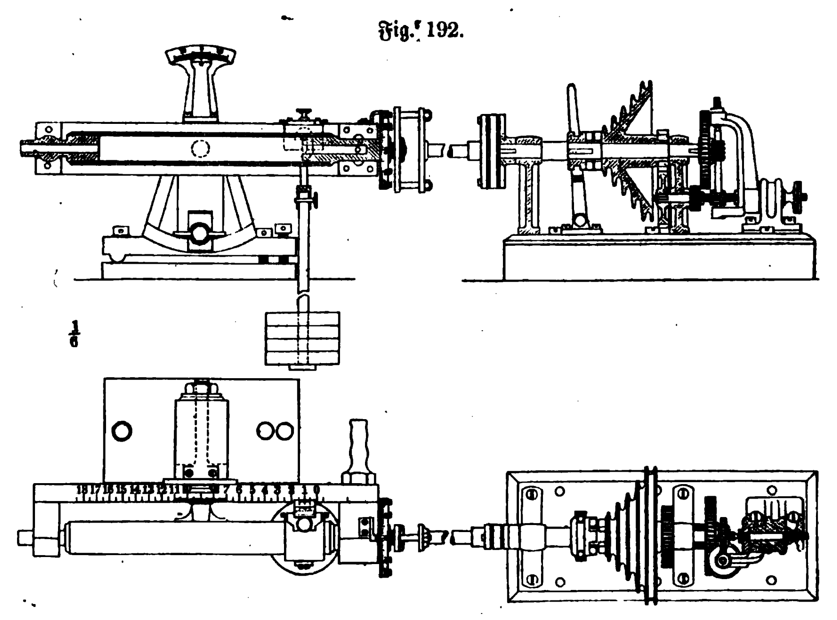
Bezogen auf Millimeter und auf den am vorliegenden Apparate vorhandenen und durch mehrfache Messungen festgestellten Spindeldurchmesser $d = 25{,}50$ mm ergiebt sich:

$$R = 80{,}11\; tang\; a\, \frac{n}{1}$$

$$log\; 80{,}11 = 1{,}9036901.$$

Schon nach den ersten Versuchen, welche Martens durchgeführt hat, ergab sich, daß der Einfluß der Geschwindigkeit, mit welcher die Spindel gedreht wurde,

Fig. 192.



sehr groß war. Dem entsprechend ist noch ein besonderes Vorgelege (Fig. 192) beschafft worden, welches von der vorhandenen Wellenleitung aus angetrieben wurde und die Benutzung von 15 verschiedenen Uebersetzungen gestattet, so daß man im Stande war, sowohl sehr langsame als auch ziemlich schnelle Umdrehungsbewegungen zu erzeugen. Die Uebertragung der Drehbewegung auf die Spindel geschieht mittelst des Hook'schen Gelenkes.

Ein durch eine Gasflamme geheiztes Wassergefäß stand durch ein Gummirohr mit dem ringförmigen Hohlraume des oberen cylindrischen Lagers der Spindel in Verbindung. Von hier aus gelangte der durch den Schlauch zugeführte Strom erhitzten Wassers (bezw. Dampfes) durch zwei, in dem Lagerhalse des Zapfens angebrachte Löcher in den Hohlraum der Spindel, um dann am anderen Ende derselben austreten zu können.

Die Wärme des austretenden Stromes und diejenige des Wasserbades wurde gemessen. Die Spindel ist am linken Ende in einer Kugelfläche gelagert, um jede Verschiebbarkeit in der Achsenrichtung zu vermeiden, während die cylindrische Lagerung am anderen Ende der Spindel bei der Erwärmung eine freie Ausdehnung gestattet. Hierdurch ist bei sicherer Lagerung jedes Klemmen vermieden.

Aus den Darlegungen von Martens[1]) kann man die Ueberzeugung gewinnen, daß der Herrmann'sche Apparat sehr wohl im Stande sein wird, über die physikalischen Eigenschaften verschiedener Oele hinreichend sicher festzustellende Vergleichswerthe zu liefern, daß er aber niemals dazu dienen kann, den eigentlichen Schmierwerth der untersuchten Materialien zu ermitteln. Da der Herrmann'sche Apparat wenig benutzt wird, und leicht im guten Zustande erhalten werden kann, so hat man in ihm ein Mittel, das Normalöl von Zeit zu Zeit einer Prüfung zu unterziehen; er kann also auf diese Weise zur Controle der großen Oelprobirmaschine verwendet werden.

Bei den Durchführungen der Versuche mit den beschriebenen Apparaten ist zu berücksichtigen, daß die ersteren nur innerhalb gewisser Grenzen Werth besitzen, und ist es unmöglich, die Resultate der verschiedenen Apparate mit einander zu vergleichen.

Nach Engler lassen sich nicht einmal die Resultate zweier Apparate gleicher Construction mit einander vergleichen, denn schon ganz minimale Verschiedenheiten in der Beschaffenheit (Form, Härte rc.) der reibenden Flächen veranlassen bei Prüfung ein und desselben Oeles weitgehende Differenzen. Selbst unter Benutzung eines und desselben Apparates fallen die Resultate ungleichmäßig und unzuverlässig aus, wenn man die oben erwähnten Versuchsbedingungen bei den beschriebenen Apparaten nicht aufs Genaueste einhält.

Wenn die Versuchsreibfläche nicht auf das Genaueste gearbeitet ist, z. B. in einem Falle die Achsen nicht nahezu absolut rund, nicht absolut horizontal und fest aufgestellt sind, wenn ferner das reibende Metall nicht genügende Festigkeit und Härte besitzt, um unter den Einflüssen der Reibung ganz gleich zu bleiben, so ist es unmöglich, exacte, brauchbare Resultate zu erhalten. Nach Beobachtungen von Engler giebt es gar keine von den Probirmaschinen, die nicht Mängel der einen oder der anderen erwähnten Art besäße, wie überhaupt noch keine, allen Anforderungen entsprechende Maschine existirt. Berücksichtigt man ferner, daß vielfach auch noch den unbedingt nothwendigen Versuchsbedingungen in nicht genügender Weise Rechnung getragen wird, so ergiebt sich, daß sehr

[1]) „Schmierölunterschungen", Mittheilungen aus den königlichen Versuchsanstalten zu Berlin, J. Springer, 1888.

viele der bis jetzt mitgetheilten Versuchsresultate, die Schmierfähigkeit verschiedener Oelsorten betreffend, von nur geringem oder gar keinem Werthe sind.

Die Versuche, mit den verschiedenen Apparaten ausgeführt (Lamansky[1]), führen immer zu dem Resultate, daß der Reibungscoëfficient in directer Beziehung zur Viscosität der Oele steht; dünnflüssige Oele, also von geringer Viscosität, haben einen geringen Reibungscoëfficienten, vertragen keine große Belastung, während dicke Oele bei schwacher Belastung einen großen Reibungscoëfficienten aufweisen, dabei aber auch starke Belastung ertragen.

Letztere Oele können aber nur dann mit Vortheil zum Schmieren verwendet werden, wenn Achse und Lager warm genug sind, um die Oele dünnflüssiger zu machen. Daher kommt es auch, daß dicke Oele zu Anfang einen starken Reibungscoëfficienten ergeben, der aber in dem Maße, als Achse und Lager sich erwärmen, immer geringer wird, bis er endlich ziemlich constant bleibt.

Daß in Folge gleichmäßigerer Viscosität bei wechselnder Temperatur die vegetabilischen Oele auch eine gleichmäßigere, beständigere Schmierfähigkeit als die Mineralöle besitzen, deren Viscosität mit steigender Temperatur rasch sinkt, ist nach diesen Resultaten als selbstverständlich zu betrachten. Es wurde sodann noch constatirt, daß die Reibung bei ein und demselben Oel durch Zunahme der Geschwindigkeit der reibenden Fläche erheblich vermehrt wird, auch daß bei Schmierung mittelst Docht der Reibungscoëfficient erheblich größer ist (das Anderthalb- bis Zweifache), als wenn ein steter Ueberfluß an Oel sich zwischen Achse und Lager befindet.

Auf Grund zahlreicher Versuche in dem Laboratorium, von Engler selbst und von Anderen angestellt, gelangte derselbe bezüglich der directen Prüfung der Oele auf ihre Schmierfähigkeit zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Handelt es sich um Beurtheilung eines Schmiermittels für bestimmten Zweck, so empfiehlt es sich, solche Apparate anzuwenden, die in ihrer Construction und ihren sonstigen Bedingungen möglichst denjenigen der beabsichtigten praktischen Verwendung entsprechen. In dieser Beziehung dürfte z. B. für Eisenbahnen der oben beschriebene Apparat der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn zu empfehlen sein.

2. Im Allgemeinen geben die Apparate die zuverlässigsten Resultate, wenn sie innerhalb nur enger Versuchsgrenzen (Druck und Temperatur) benutzt werden. Man vermeide es, auf dem Apparate nach einander Versuche unter sehr extremen Druckverhältnissen und mit Oelen sehr verschiedenen Flüssigkeitsgrades anzustellen.

3. Die Richtung der drehenden Flächen muß immer dieselbe bleiben. Läßt man z. B. beim Thurston'schen Apparate die Achse in umgekehrter Richtung laufen, wie gewöhnlich, so findet man ganz erheblich stärkere Reibungswirkungen.

4. Apparate mit stark sich erwärmenden Reibungsflächen geben für directe Messung des Reibungswiderstandes unzuverlässige Resultate, woraus folgt, daß

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 256, 176.

auch Apparate auszuschließen sind, deren Achse und Lager große Berührungsflächen aufweisen. Es betrifft dieses Apparate, wie diejenigen von Ingram-Stapfer, von Thurston-Henderson 2c. Am besten wäre es, die Berührung nur auf einer Linie stattfinden zu lassen, oder doch nur von einer Seite (oben oder unten), desgleichen, falls es sich nur um Ermittelung des Reibungscoëfficienten handelt, die reibenden Versuchstheile hohl herzustellen und mittelst einer Flüssigkeit die Temperatur derselben constant zu erhalten.

5. Starke Erhitzung der Versuchsachsen, Lager 2c. ist schon deshalb ein Fehler, weil die Oele dabei unter abnormen Versuchsbedingungen geprüft werden, aber auch eine Quelle der Ungenauigkeit, weil bei schwankender Temperatur des Versuchsraumes der durch Wärmestrahlung und durch Wärmeleitung entstehende Wärmeverlust ein ungleicher ist.

6. Dagegen muß selbstverständlich bei solchen Oelen, deren Schmierfähigkeit bei hoher Temperatur in Anspruch genommen wird, auch bei hoher Temperatur geprüft werden.

7. Um nicht zu vermeidende Versuchsfehler in den Resultaten nach Möglichkeit auszugleichen, müssen bei allen vergleichenden Versuchen die Versuchsbedingungen (Dauer des Versuches, Anzahl der Umdrehungen, Belastung, Temperatur der umgebenden Luft, Oelmenge) nach Möglichkeit die gleichen sein. Dieselben sind den beabsichtigten Verwendungsbedingungen (Druck und Geschwindigkeit der reibenden Flächen) nach Möglichkeit anzupassen.

8. Will man nur den Reibungscoëfficienten und die eventuell eintretende Erwärmung im Allgemeinen ermitteln, so muß mit einem Ueberschuß des Versuchsöles gearbeitet werden. Nur in speciellen Fällen hat man die Oelzufuhr der beabsichtigten praktischen Verwendung nach Möglichkeit, z. B. durch Zuführung mittelst Dochtes, anzupassen.

9. Soll auch die Dauerfähigkeit eines Schmiermittels bestimmt werden, so hat man vergleichende Versuche immer mit ganz gleichen Mengen Oel, am besten gerade mit so viel, als zu einmaliger Schmierung der Reibungsflächen nothwendig ist, durchzuführen.

10. Die Probereibungsflächen der Apparate müssen aufs Exacteste gearbeitet und aufs Glatteste polirt sein. Das betreffende Material sei so hart, daß sich die reibenden Theile durch die Versuche an ihren Oberflächen nicht verändern.

11. Die Zähflüssigkeit oder sogenannte Viscosität der Oele steht zu ihrer Schmierfähigkeit in so naher Beziehung, daß man aus derselben, falls die Bestimmungen bei den in Betracht kommenden Temperaturen ausgeführt sind, zutreffende Schlüsse auf die Brauchbarkeit und den Werth eines Schmieröles unter Vergleich mit anderen bewährten Oelen ziehen kann.

Photometrische Untersuchungen.

Durch Ermittelung der Lichtintensität oder Lichtstärke einer mit Oel gespeisten Flamme wird die Leuchtkraft des Oeles bestimmt, unter Berücksichtigung

der verbrauchten Menge. Die Bestimmung der Lichtstärke geschieht durch Photometer, die Menge des verbrannten Oeles wird durch Abwiegen der Versuchslampe vor und nach dem Versuche festgestellt.

Die Photometer beruhen auf dem Principe, daß die Helligkeiten zweier Lichtquellen, welche verschiedene Flächen gleich hell erleuchten, sich wie die Quadrate ihrer Entfernungen von diesen Flächen verhalten.

Von den verschiedenen Photometern mögen hier die folgenden besprochen werden:

Das Bunsen'sche Photometer,

das fast ausschließlich in Deutschland, theilweise in Oesterreich und mit einigen unwesentlichen Modificationen in England Anwendung findet, und das die sichersten Resultate bei photometrischen Messungen ergiebt.

Es besteht aus einem Papierschirm, auf beiden Seiten mit einem Fettfleck in der Mitte, der von den zu vergleichenden Lichtquellen, der Versuchslampe und dem Normallichte beleuchtet wird. Die Stellung der beiden Lichtquellen zu dem Schirme wird so gerichtet, daß die beiden Seiten des letzteren gleich hell erleuchtet sind; es läßt sich dann mit Hülfe des oben angeführten Gesetzes die Helligkeit der Petroleumflamme, bezogen auf das Normallicht als Lichteinheit, aus den Entfernungen vom Schirme berechnen. Der Fettfleck auf dem Papierschirme dient nur dazu, leicht beurtheilen zu können, wann die beiden Seiten des Schirmes gleich hell beleuchtet erscheinen. Wenn der Schirm von beiden Seiten beleuchtet wird, so giebt es zwei Stellungen desselben, wo der Fettfleck auf der einen Seite verschwindet und auf der anderen dunkel auf hellem Grunde erscheint. Zwischen diesen beiden Stellungen giebt es eine, in welcher der Fettfleck auf beiden Seiten fast verschwunden, aber noch eben wahrzunehmen ist. Dies ist die zur Beobachtung der Lichtstärke geeignete Stellung, da in diesem Falle beide Seiten des Schirmes gleich hell erleuchtet sind.

Der Papierschirm [1]) wird mit besonderer Sorgfalt hergestellt. Man verwendet zu diesem Zwecke ein auf beiden Seiten möglichst gleichartiges, ziemlich glattes, rein weißes und schwach geleimtes Papier, welches keinen besonderen Glanz zeigt, und dessen Dicke die von starkem Schreibpapier nicht überschreitet. Man bringt darauf einen kreisrunden Fleck von 10 bis 18 mm Durchmesser an, indem man ein Petschaft in schmelzenden Wallrath oder Stearin taucht und auf der Mitte des Papiers abdrückt. Nach dem Erkalten des Fettes wird der Ueberschuß mit einem stumpfen Messer abgeschabt, das Papier gelinde erwärmt, um eine gleichmäßige Transparenz hervorzurufen.

Je schwächer transparent der Fettfleck ist, desto schärfer können die Beobachtungen gemacht werden, und desto weniger werden auch die Augen angestrengt. Es empfiehlt sich daher, einen Theil des Fettes wieder zu entziehen, indem man dasselbe zwischen Fließpapier legt und ein möglichst warmes Plätteisen darauf stellt. Das Fett wird dann theilweise von dem Fließpapier aufgenommen. Damit die Ränder des Fleckes nicht auslaufen und das Papier auf diese Weise

[1]) Rüdorff: Journ. f. Gasbeleuchtung 1869, S. 291.

unbrauchbar machen, wird letzteres vorher mit einem nassen Schwamme angefeuchtet. Man trocknet nachher zwischen Fließpapier nach der Entziehung des Fettes das feuchte Papier.

Um sich zu überzeugen, ob beide Seiten gleichmäßig ausgefallen sind, probirt man durch Messung einer beliebigen Lichtquelle, indem man bald die eine, bald die andere Seite des Papieres der Lichtquelle zuwendet. Die Resultate müssen in beiden Fällen gleich sein.

Nach Behauptung mancher Beobachter soll die Einstellung erleichtert werden, wenn man statt des Papieres mit einem Fettfleck eines mit drei Fettstreifen anwendet. Diese Fettstreifen sollen ungefähr 3 mm breit, 25 mm lang sein, und sich in einer Entfernung von 5 mm von einander befinden.

Der Papierschirm wird in einen Rahmen eingespannt und auf einem Fuße befestigt, welcher auf einer Photometerstange verschiebbar angebracht ist. Derselbe wird auf der einen Seite von der zu messenden Petroleumflamme beleuchtet, welche meistens unverrückbar an einem Ende der Photometerstange befestigt ist. Die als Lichteinheit dienende Normalflamme wird auf der anderen Seite des Schirmes aufgestellt und ist entweder in unveränderlicher Entfernung mit diesem durch eine Stange verbunden und mit ihm zugleich verschiebbar, oder sie hat ihren festen Platz an dem anderen Ende der Photometerstange erhalten und der Schirm wird allein verschoben.

Die erste Art der Aufstellung hat den Vortheil, daß der Schirm bei richtiger Einstellung trotz der wechselnden Helligkeit der Petroleumflamme immer denselben Helligkeitsgrad hat, während im zweiten Falle die Erleuchtung eine wechselnde ist, wodurch die Empfindlichkeit des Auges beeinflußt wird. Letztere Art der Aufstellung ist jedoch nicht immer zu vermeiden, besonders wenn der Consum des Normallichtes durch Wägen festgestellt werden soll, oder wenn die Lichteinheit gegen Erschütternngen oder Luftzug sehr empfindlich ist.

Brennlampe, Normallicht und Schirm müssen so aufgestellt werden, daß ihre Mitten in einer horizontalen Linie liegen.

Zur bequemeren gleichzeitigen Beobachtung der beiden Seiten des Schirmes steht derselbe zwischen zwei Spiegeln, welche unter einem Schenkel von 120 bis 140° zusammenstoßen, und zwar in der Mittellinie dieses Winkels. Das Auge sieht dann durch eine runde Oeffnung in einer vor dem Schirme angebrachten undurchsichtigen Wand gleichzeitig die Spiegelbilder der beiden Schirmseiten.

Die beiden zu vergleichenden Bilder des Fettfleckes liegen ein Stück aus einander und sind außerdem durch einen schwarzen Streifen getrennt, welcher durch die Schatten der Spiegel hervorgerufen wird. Diesen, die genaue Einstellung etwas beeinträchtigenden Uebelstand, welcher jedoch bei einiger Uebung kaum noch als solcher empfunden wird, beseitigt v. Hefner-Alteneck[1]), indem er statt der Spiegel vor dem Schirme ein ziemlich flaches, gleichseitiges Glasprisma anbringt. Durch Brechung der Lichtstrahlen in dem Prisma kann man die Bilder beider Seiten des Papieres gleichzeitig wahrnehmen unter Vermeidung des schwarzen Streifens. Krüß[2]) verwendet zwei vor dem Schirme aufgestellte,

[1]) Hefner-Alteneck: Journ. f. Gasbeleuchtung 1883, S. 836. — [2]) Krüß: Journ. f. Gasbeleuchtung 1884, S. 587. Rep. d. Phys. 20, 429.

zusammenstoßende Reflexionsprismen und erreicht dadurch das Wegfallen des dunklen Streifens und ein dichtes Nebeneinanderliegen der Bilder des Fettfleckes, welche durch eine schwarze Linie von einander getrennt erscheinen. Mit letzterer Vorrichtung sind die Resultate ungenau, da durch die wiederholte Reflexion der Lichtstrahlen und durch den langen Weg derselben in den Prismen eine starke Schwächung des Lichtes hervorgerufen wird, ebenso der Unterschied in der Helligkeit, sowohl zwischen den beiden Seiten des Schirmes, wie zwischen dem Fettfleck und dem Papiere in seiner Umgebung sehr undeutlich wird.

Es ist unbedingt nothwendig, daß das den Schirm beobachtende Auge bei photometrischen Messungen vor dem directen Lichte der zu vergleichenden Lichtquellen zu schützen sei, damit dasselbe nicht durch Blendung geschwächt werde, und noch kleine Helligkeitsunterschiede auf dem Schirme wahrnehme. Dieses wird dadurch bewirkt, daß man auf beiden Seiten des Beobachters undurchsichtige Abblendungen aufstellt, oder man stellt den Papierschirm nebst den Spiegeln in einen auf beiden Seiten offenen Kasten, und an diesem befestigt man zwei seitliche Schirme aus Blech oder Pappe, welche vom Auge bei der Beobachtung das directe Licht abhalten.

Die Photometerstange ist 2,5 bis 3 m lang und hat zur bequemen Ablesung der Messung eine Theilung, welche direct „Lichtstärken“ angiebt, d. h. die Helligkeit der Petroleumflamme in Bezug auf die Lichteinheit, „das Normallicht“. Ist letzteres unverrückbar an dem einen Ende der Photometerstange angebracht, und bezeichnet m die Länge der letzteren und x die Entfernung des Normallichtes vom Schirme, so verhält sich die Leuchtkraft g der Petroleumflamme zu der des Normallichtes, wenn der Papierschirm auf beiden Seiten gleich hell beleuchtet ist:

$$g : 1 = (m - x)^2 : x^2, \quad \text{es ist also } x = \frac{m}{1 + \sqrt{g}}.$$

Ist dagegen das Normallicht mit dem Schirme in dem unveränderlichen Abstande a verbunden, mit ihm zugleich verschiebbar, und bezeichnet x die Entfernung der Petroleumflamme vom Schirme, so ist:

$$g : 1 = x^2 : a^2, \quad \text{also } x = a\sqrt{g}.$$

Man erhält nun die Entfernung der den einzelnen Lichtstärken entsprechenden Theilstriche, wenn man für m und a die bekannten meßbaren Größen und fortlaufend für g die Zahlen 1, 2, 3 u. s. w. einsetzt und x ausrechnet.

In Fig. 193 ist ein Photometer einfacher Construction ersichtlich, wo Versuchsflamme und Normallicht fest angebracht sind, während der Schirm auf der mit der Theilung versehenen Holzstange durch einen Sattel verschiebbar ist.

Die Zunge des Sattels bewegt sich vor der Theilung und giebt die Stellung des Schirmes an. Eine Hülse am linken Ende der Stange trägt die Einrichtung für eine Lampe, während in der Hülse am rechten Ende die Kerze sich befindet, und durch einen Schieber in der richtigen Höhe festgestellt werden kann. Bequemer ist es, wenn man die Kerze nicht verstellbar in einer Hülse befestigt, sondern letztere fest mit einem Zahnrädchen verbindet, welches in eine verticale gezahnte Stange eingreift. Durch Drehung des Zahnrades läßt sich die Hülse

und somit auch die fest in ihr sitzende Kerze leicht in der richtigen Höhe einstellen. Das Flammenmaß wird mit der verticalen Zahnstange durch einen gekrümmten Bügel fest verbunden.

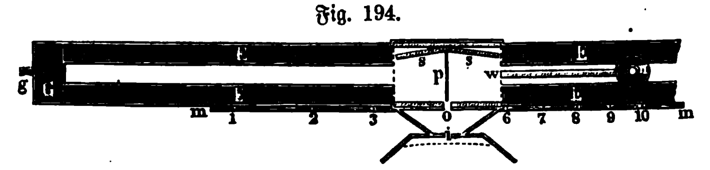
In Fig. 194 ist ein Bunsen'sches Photometer [1]) von oben gesehen dargestellt, bei welchem das Normallicht mit dem Schirme zugleich verschoben wird.

Fig. 193.



Der Papierschirm *p* mit Fettfleck nebst den beiden Spiegeln *s* ist in einem an beiden Seiten offenen Blechkasten befestigt, welcher vorn zwei seitliche Blendschirme besitzt und durch die beiden runden Oeffnungen *i* und *o* die Beobachtung der beiden Seiten des Papierschirmes gestattet. Die Hülse *n* trägt die Kerze und ist durch den Stab *m* fest mit dem Blechkasten verbunden. Beide Theile ruhen mittelst passender Untersätze auf den von Füßen getragenen beiden

Fig. 194.



Eisenschienen *E* und sind auf diesen verschiebbar. Ein unterhalb des Kastens angebrachter Zeiger giebt auf der getheilten Holzschiene *m* direct die Lichtstärken der Flamme an.

Lichteinheit oder Normalflamme.

Alle bis jetzt in Anwendung kommenden Flammen sind mehr oder weniger unvollkommen, und erfüllen nicht genügend die Anforderungen, die man an eine Lichteinheit zu stellen hat; daß dieselbe zu jeder Zeit und an jedem Orte unveränderlich wieder herzustellen sei. Am häufigsten verwendet man als Lichtmaß

[1]) Fischer: „Chemische Technologie der Brennstoffe."

die Flamme der Kerzen oder der Carcellampe (letztere jedoch ausschließlich in Frankreich) und unter gewissen Bedingungen auch Leuchtgasflammen. Während in England nur eine einzige Kerzenart gebraucht wird, die ganz bestimmten Bedingungen genügen muß, sind in Deutschland die Vorschriften, betreffend die zu verwendenden Kerzen, sehr mannigfaltig und noch dazu häufig sehr mangelhaft. In den letzten Jahren hat der Verein der deutschen Gas- und Wasserfachmänner eine Uebereinstimmung zu erzielen gesucht und eine später zu beschreibende Paraffinkerze als Vereinskerze angenommen. Sowohl Kerzen als auch Carcellampe sind jedoch nicht constant in ihrer Lichtstärke, sondern mehr oder weniger großen Schwankungen unterworfen, so daß die von v. Hefner-Alteneck in neuester Zeit angegebene Amylacetatlampe, welche der an ein Lichtmaß zu stellenden Anforderung der Constanz und leichten Reproducirbarkeit am besten von allen vorgeschlagenen Lichtquellen genügt, sich in Deutschland rasch Verbreitung verschafft hat und die Kerze ganz zu verdrängen scheint.

Englische Wallrath- oder Spermacetikerze.

(London Standard Spermacetic Candle.)

Diese ist aus Wallrath hergestellt, und hat einen Docht, welcher aus drei Strängen mit je 17 baumwollenen Fäden zusammengeflochten ist. Die Dicke der Kerze beträgt am oberen Ende 20 und am unteren Ende 21 mm; sechs Stück von denselben sollen auf ein Pfund gehen. Die normale Flammhöhe ist 1¾ engl. Zoll (44,5 mm) bei einem stündlichen Consum von 120 Grains (7,78 g) Wallrath. Letzterer ist jedoch nicht constant, sondern größeren oder geringeren Schwankungen ausgesetzt; es ist daher für den Gebrauch der Kerze die Vorschrift hinzugefügt, daß der Consum beim Photometriren nicht größer als 126 und nicht kleiner als 114 Grains sein soll. Bleibt derselbe innerhalb dieser Grenzen, so soll die Lichtstärke proportional dem Verbrauche der Kerze gerechnet und eine darauf bezügliche Correctur der gemessenen Lichtstärke der Petroleumflamme vorgenommen werden; im anderen Falle ist die Beobachtung zu verwerfen.

Es wird daher in England während der Beobachtungszeit der Materialverbrauch der Kerze mit bestimmt. Am häufigsten benutzt man dazu die Kerzenwage von Keates[1]) (Fig. 195). Der Kerzenhalter J, in welchem man die Normalkerze in der gewünschten Höhe durch die Schraube K befestigt, wird mittelst der Stahlarme L von der Schneide F des ungleicharmigen Wagebalkens A getragen. An dem langen Arme von A ist ein verschiebbares Gewicht E angebracht; dasselbe wird, nachdem die Kerze angezündet und in normales Brennen gekommen ist, so weit langsam nach der Mitte zu verschoben, daß der sich vor der Scala D bewegende Zeiger C nach rechts anschlägt. Ein zu starkes Heben des langen Armes A wird durch die an seinem Ende angebrachte Arretirung G verhindert. Mit dem Abbrennen der Kerze vermindert sich das Gewicht derselben, und der Zeiger C nähert sich wieder dem Nullpunkte von D. Ist dieser erreicht, so notirt man diesen Zeitpunkt, indem man eine Secundenuhr in

[1]) Schilling: „Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung", S. 209.

Thätigkeit setzt, und beginnt die Beobachtung über den Consum der Kerze und die photometrischen Messungen. Nach Beendigung der letzteren löscht man die Kerzenflamme, liest die zu den Messungen verbrauchte Zeit ab und bestimmt den Consum der Kerze während dieser Zeit, indem man die Schale *N* mit Gewichten so weit belastet, bis der Zeiger *C* wieder auf Null zeigt. Das aufgelegte Gewicht ist gleich dem verbrannten Kerzenmaterial während der Beobachtungszeit. Die ganze Vorrichtung wird fest an einem Ende des Photometers angebracht.

Die Wallrathkerze wird in England beim Photometriren frei brennend verwendet. Die vorkommenden Schwankungen in der Flammenhöhe und in Folge dessen auch in der Lichtstärke sucht man durch die auf den Consum der Kerze Bezug nehmenden Correctionen zu compensiren. Bei einer bestimmten gleichbleibenden Flammenhöhe der Kerze ist die Lichtstärke der Kerzenflamme wenig veränderlich und für praktische Zwecke hinreichend constant. Es würde aber allzu viel Zeit in Anspruch nehmen, wenn man eine bestimmte Flammenhöhe bei einer frei brennenden Kerze abwarten wollte, da die Flamme nur selten gerade 44,5 mm hoch ist; außerdem würde in diesem Falle auch die Lichtentwickelung beeinflußt werden durch die nicht gleichbleibende, sondern mehr oder weniger geneigte Stellung des Dochtes. Man stellt daher, wie es meistens in Deutschland, so auch in Berlin, gebräuchlich ist, die gewünschte Flammenhöhe von 44,5 mm am besten her, indem man die Kerze nicht frei brennen läßt, sondern den Docht putzt. Man schneidet bei der im vollen Brennen begriffenen Kerze den Docht so weit ab, daß die Flamme zunächst eine geringere Höhe zeigt, wartet dann, bis sie die verlangte Höhe erreicht hat, und photometrirt während dieses kurze Zeit andauernden Zustandes. Der Docht soll dabei ganz aufrecht stehen. Nach Untersuchungen von Rüdorff[1]) ist die Veränderlichkeit in der Lichtstärke unter diesen Bedingungen sehr gering.

Fig. 195.



Um die Flammenhöhe bequem messen zu können, ist mit dem Kerzenhalter ein verstellbarer Stift verbunden, welcher zwei feine Metallspitzen in der verlangten Entfernung (44,5 mm) trägt (Fig. 196, a. f. S.). Die untere Spitze wird so gestellt, daß sie genau auf den untersten Theil der Flamme zeigt. Sobald die

[1]) Journ. f. Gasbeleuchtung 1869, S. 577.

Spitze der Flamme die obere Metallspitze berührt, oder in dieselbe Horizontalebene gelangt, werden die photometrischen Messungen vorgenommen.

G. Krüß[1]) giebt übrigens ein gut brauchbares optisches Flammenmaß an. Da es auch darauf ankommt, daß die in Anwendung kommenden Wallrathkerzen oder auch die sonst gebrauchten Kerzensorten aus einem in der Zusammensetzung möglichst gleichbleibenden Material hergestellt werden, ist die von Rüdorff[2]) angegebene Methode zur Bestimmung des Schmelz- oder des Erstarrungspunktes auszuführen. In ein Glaskölbchen von 150 bis 200 ccm Inhalt bringt man so viel Kerzensubstanz, daß dasselbe zu $^2/_3$ gefüllt ist, und bewirkt durch Eintauchen in Wasser von 60 bis 80° das Schmelzen. Nachdem dieses erfolgt ist, wird das Gefäß aus dem Wasser entfernt, ein empfindliches Thermometer eingetaucht und unter fortwährendem Umrühren das Sinken der Temperatur beobachtet. Die Temperatur, auf welcher das Thermometer längere Zeit stehen bleibt, wird als Erstarrungspunkt betrachtet. Bei der Wallrathkerze liegt derselbe bei 43,5 bis 44,5°.

Fig. 196.



Die Paraffinkerze des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner

ist aus Paraffin von einem Erstarrungspunkte nicht unter 55° hergestellt. Sie hat einen Durchmesser von 20 mm und ist so lang, daß sechs Kerzen 500 g wiegen. Der Docht soll in möglichst gleichmäßiger Form aus 24 baumwollenen Fäden hergestellt sein; 1 m desselben soll im trockenen Zustande 0,668 g wiegen. Die Flammenhöhe bei den Messungen soll 50 mm betragen, wobei das Putzen des Dochtes gestattet wird. Nach den Versuchen von Rüdorff[3]) ist die Lichtstärke bei diesen Kerzen nicht constant und steht der Wallrath- und der Münchener Stearinkerze darin nach.

Die Münchener Stearinkerze

soll in der Stunde 10,2 bis 10,6 g Material bei 52 mm Flammenhöhe verzehren und aus einem Stearin von 76 bis 76,6 Proc. Kohlenstoff angefertigt sein.

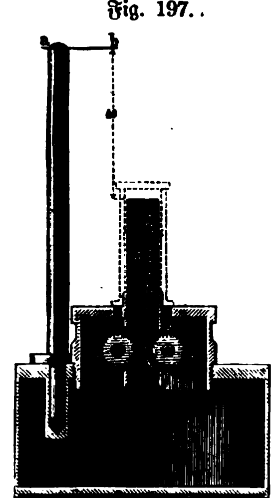
Die Amylacetatlampe von v. Hefner-Alteneck[4]).

Als Brennmaterial bei dieser Lampe wird Amylacetat verwendet, welches eine in immer gleicher Qualität und ziemlich billig zu beschaffende, einheitliche

[1]) Journ. f. Gasbeleuchtung 1883, S. 717 und Dingl. polyt. Journ. 283, 207. — [2]) Journ. f. Gasbeleuchtung 1869, S. 581. — [3]) Schilling: Ebendaselbst 1877, S. 190 und Handbuch, 3. Aufl., S. 206. — [4]) Ebendaselbst 1883, S. 880; 1884, S. 73, 766. Centralbl. f. Elektrotechnik 5, 65. Ausführliches über das Maßverhältniß der Lampe, Reinheit des Amylacetates. Dingl. polyt. Journ. 283, 207.

chemische Verbindung darstellt; der Einfluß des Dochtes bei dieser Lampe ist sehr gering und außerdem bleibt die Flammenhöhe der Lampe, nachdem sie einige Zeit gebrannt hat, lange constant. Durch diese Eigenschaften ist der Vorschlag Hefner-Alteneck's als ein bedeutender Fortschritt in der Beschaffung eines Lichtmaßes zu bezeichnen. Die Mängel dieser Lampe, wie Empfindlichkeit der Flamme gegen Erschütterung, sowie die unbeutlichen Conturen der Flammenspitze sind nicht von Bedeutung.

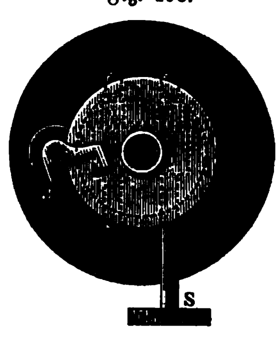
Fig. 197.

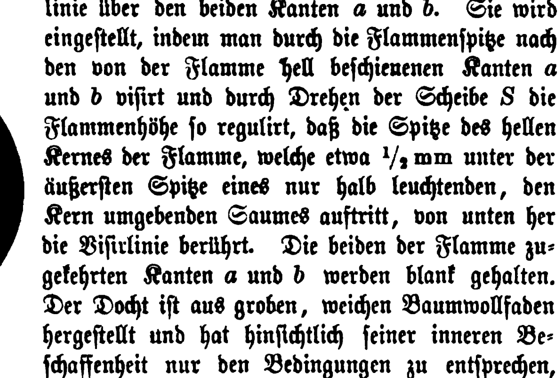


Nach dem Vorschlage von Hefner-Alteneck ist die Lichteinheit die Leuchtkraft einer frei brennenden Flamme, welche aus dem Querschnitte eines massiven, mit Amylacetat gesättigten Dochtes aufsteigt, der ein kreisrundes Dochtröhrchen aus Neusilber von 8 mm innerem, 8,3 mm äußerem Durchmesser und 15 mm frei stehender Länge vollkommen ausfüllt, bei einer Flammenhöhe von 40 mm vom Rande des Dochtröhrchens aus und wenigstens zehn Minuten nach dem Anzünden gemessen.

Eine nach dieser Vorschrift hergestellte Lampe ist aus den Figuren 197 und 198 im Verticalschnitt und Grundriß in halber Größe ersichtlich.

Fig. 198.





Die Flammenhöhe ist bezeichnet durch die Visirlinie über den beiden Kanten *a* und *b*. Sie wird eingestellt, indem man durch die Flammenspitze nach den von der Flamme hell beschienenen Kanten *a* und *b* visirt und durch Drehen der Scheibe *S* die Flammenhöhe so regulirt, daß die Spitze des hellen Kernes der Flamme, welche etwa $^1/_2$ mm unter der äußersten Spitze eines nur halb leuchtenden, den Kern umgebenden Saumes auftritt, von unten her die Visirlinie berührt. Die beiden der Flamme zugekehrten Kanten *a* und *b* werden blank gehalten. Der Docht ist aus groben, weichen Baumwollfaden hergestellt und hat hinsichtlich seiner inneren Beschaffenheit nur den Bedingungen zu entsprechen, daß er das Dochtröhrchen ganz und sicher ausfüllt, und daß er den Brennstoff im Ueberschuß über die verbrennende Menge emporzusaugen im Stande ist.



Er darf aus diesem Grunde nicht stark im Röhrchen eingepreßt sein.

Den Docht stellt man am einfachsten aus einzelnen Fäden her, am besten von sogenannten Lunten oder Dochtgarnen, einem groben, sehr weichen Baumwollgespinnst, oder auch aus einer entsprechenden Anzahl gewöhnlicher, dicker und weicher Baumwollfäden. Die einzelnen Fäden werden ohne weitere Verflechtung oder Umstrickung zu einem Strange parallel zusammengelegt, bis zu einem Gesammtdurchmesser, welcher sich noch leicht bis zu dem Durchmesser des Dochtröhrchens (8 mm) zusammendrücken läßt. Umstrickte Dochte sind jedoch bequemer,

da sie etwas sicherer der Drehung der gezahnten Rädchen beim Reguliren der Dochtstellung folgen.

Die Menge des in der Lampe enthaltenen Brennstoffes ist gleichgültig, so lange nur der Docht mit allen seinen Fäden in dieselbe eintaucht.

Das aus Neusilber hergestellte Dochtröhrchen muß fest auf dem Ansatze der Lampe eingesteckt werden, weil sonst das Flammenmaß unrichtig sein wird. Die Luftlöcher *m* und *n*, welche zu beiden Seiten des Dochtröhrchens angebracht sind, dürfen nicht verstopft sein.

Inwiefern der Luftdruck die Leuchtkraft beeinflußt, ist noch nicht festgestellt. Von sehr beträchtlichem Einflusse ist aber der Grad der Reinheit der Luft; der Beobachtungsraum sollte nach jeder Messung gelüftet werden.

Das Verhältniß zwischen der oben definirten Lichteinheit der Amylacetatlampe, der englischen Wallrathkerze und der deutschen Paraffinkerze ist aus dem Berichte der Lichtcommission des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern zu ersehen [1]).

Es wurden sechs gleiche Bunsen'sche Photometerbänke angewendet, wo sechs Beobachter mehrere tausend Beobachtungen anstellten. Es ergaben sich nun folgende Zahlen für die Leuchtkraft:

Eine deutsche Vereinsparaffinkerze . . . . 1,224 Hefnerlampen,
„ lange englische Wallrathkerze . . . . 1,145 „
„ kurze „ „ . . . . 1,148 „
„ umgekehrt geprüfte englische Wallrathkerze . . . 1,160 „
„ durchschnittliche englische Wallrathkerze . . . . 1,151 „

oder umgekehrt: Eine Hefnerlampe ist gleich:

0,808 deutsche Vereinsparaffinkerze,
0,879 lange englische Wallrathkerze,
0,875 kurze „ „
0,862 ungetrennt geprüfte englische Wallrathkerze,
0,870 durchschnittliche englische Wallrathkerze.

Danach stellt sich das Verhältniß der deutschen Vereinskerze zur durchschnittlichen englischen Kerze wie 1,065 : 1. Die Flammenhöhe der ersteren betrug 50 mm, der letzteren 45 mm.

Eine aus Schilling's Handbuch für Gasbeleuchtung, 3. Aufl., S. 214 entnommene Tabelle giebt an, wie viele der verschiedenen Normalflammen nöthig sind, um die gleiche Leuchtkraft herzustellen.

Kerze des Vereins der deutschen Gasfachmänner	Münchener Kerze	Englische Spermacetikerze	Pariser Carcellampe
1000	887	977	102
1128	1000	1102	115
1023	907	1000	104
9826	8715	9600	1000

[1]) Dingl. polyt. Journ. 1891, 279, 68.

Nach Mittheilungen von Schiele bewirkt ein Umdrehen des Papiers bei den Photometern häufig eine große Differenz in den Ablesungen. Es sind daher bei den Bestimmungen die Messungen auf einer und auf der anderen Seite des Papiers durchzuführen und eine Mittelzahl zu bestimmen. Nach Mittheilungen von Nichols[1]) sollen sich auch die Beobachtungen beim Photometriren mit einem Auge bedeutend genauer erweisen als mit beiden. Es wurde daher bei den oben angegebenen Versuchen der Lichtcommission eine dem entsprechende Vorrichtung an den Photometern behufs Vergleichens der erwähnten Normallichter angebracht.

Carcellampe[2]).

Von Dumas und Regnault vorgeschlagen, wird in Frankreich noch die Flamme der Carcellampe, welche mit Rüböl gespeist wird und einen runden Docht hat, als Lichteinheit bei den photometrischen Messungen benutzt. Die Maßverhältnisse der Lampe, bezw. des Brenners (Bee-Carcel) sind, wie folgt, vorgeschrieben.

Aeußerer Durchmesser des Dochtrohres	23,5 mm
Innerer Durchmesser des Dochtrohres	17,0 „
Durchmesser des äußeren Luftzugrohres	45,5 „
Höhe des Glascylinders	290,0 „
Entfernung der Verengung des Cylinders vom Fuße desselben	61,0 „
Aeußerer Durchmesser des Cylinders unmittelbar unter der Verengung	47,0 „
Aeußerer Durchmesser des Cylinders am oberen Ende	34,0 „
Mittlere Dicke des Glases	2,0 „

Als Docht soll ein unter dem Namen Leuchtthurmdocht bekannter gebraucht werden, welcher aus 75 Fäden geflochten ist und trocken per Decimeter 3,6 g wiegt. Derselbe soll im trockenen Zustande verwendet und muß daher an einem trockenen Orte oder in einer Büchse aufbewahrt werden, die in einem Doppelboden gebrannten Kalk, zum Entziehen der Feuchtigkeit, enthält. Bei jedesmaligem Gebrauch setzt man einen neuen Docht ein, schneidet denselben scharf über dem Dochtrohre ab, füllt die Lampe bis zur Gallerie mit Oel, pumpt das Oel auf, zündet an, nachdem man den Docht 5 bis 6 mm aus dem Rohre herausgeschraubt hat, und setzt den Cylinder auf. Um jetzt den Consum zu reguliren, wird der Docht noch mehr emporgeschraubt, so daß derselbe 10 mm hoch frei aus der Dochtröhre hervorragt, und der Cylinder so gestellt, daß sich seine Verengung 7 mm über dem Dochtende befindet.

Um letztere Einstellung genau ausführen zu können, ist mit dem Dochthalter eine Meßvorrichtung mit zwei Spitzen angebracht. Die untere Spitze wird auf das Dochtende eingestellt, während man den Cylinder so verrückt, daß eine an demselben angebrachte Marke mit der oberen Spitze zusammenfällt. Die Lichtstärke der Lampe soll als normal betrachtet werden, wenn letztere genau

[1]) Dingl. polyt. Journ. 1889, 274, 542. — [2]) Schilling: Handbuch f. Steinkohlengasbeleuchtung, 3. Aufl., S. 213. Journ. f. Gasbeleuchtung 1877, S. 190.

42 g Oel in der Stunde verbraucht. Man erreicht dieses annähernd durch eine nachträgliche geringe Verschiebung des Dochtes. Ist der Consum der Lampe nicht genau 42 g, sondern hält sich zwischen 40 und 44 g, so ist nach den Versuchen von Audouin und Berard das Verhältniß zwischen dem Oelconsum und der entwickelten Helligkeit nahezu constant, und man muß eine procentische Correction der gemessenen Helligkeit vornehmen. Bei einem Mehr- oder Minderverbrauch außerhalb dieser Grenzen sind die Beobachtungen als fehlerhaft zu verwerfen.

Harcourt's Pentanflamme[1]).

Harcourt benutzt als Lichteinheit die Flamme einer Mischung von 210 Vol. Pentangas mit 600 Vol. Luft, welche mit einer Geschwindigkeit von $^1/_2$ Cubikfuß engl. (14,158 Liter) in der Stunde aus einer $^1/_4$ Zoll engl. (6,35 mm) weiten Messingröhre ausströmt. Bei 60° F. (15,6° C.) und 30 Zoll engl. Barometerstand beträgt die Länge einer solchen Flamme $2^5/_{16}$ Zoll engl. (58,7 mm); die Lichtstärke derselben ist gleich derjenigen einer englischen Wallrathkerze und soll sehr constant sein, weshalb die Pentanflamme häufig in England Anwendung zu photometrischen Messungen findet. Wenn die Mischung von Pentan mit Luft nicht ganz normal zusammengesetzt ist, soll es für den praktischen Gebrauch genügen, die Flamme auf der vorhin angegebenen Höhe von $2^5/_{16}$ Zoll zu halten, um die normale, als Lichteinheit definirte Helligkeit zu erhalten.

Das Pentan wird aus dem amerikanischen Petroleum durch Destillation desselben bei 50° C. erhalten und ist eine Flüssigkeit von 0,6298 bis 0,63 specif. Gewicht mit einer Dampfdichte von 37 (Wasserstoff = 1 gesetzt).

Man stellt die Mischung aus Pentan und Luft her, indem man zu 600 Vol. Luft, welche in einem durch Wasser abgesperrten Gasometer enthalten sind, 1 Vol. flüssiges Pentan mit einem Hahntrichter eingießt. Die angewendete Menge flüssigen Pentans verdampft sehr rasch und entspricht 210 Vol. Pentangas bei 15,6° C. Durch die mit der Temperatur etwas wechselnde, geringe Absorptionsfähigkeit des Absperrwassers für Pentan wird kein in Betracht zu ziehender Fehler veranlaßt. Man ist auch mehrfach bestrebt, Leuchtgas zur Herstellung einer Lichteinheit zu benutzen. So hat Methven[2]) die Flamme eines Argandbrenners als Normallicht anwenden wollen; nach mehrfachen Untersuchungen hat es sich aber nicht als brauchbar erwiesen. Dagegen aber hat das Photorheometer von Giroud als Normallicht größeren Anspruch auf Genauigkeit.

Das Giroud'sche Photorheometer

dient dazu, das Volumen des aus einem Einlochbrenner strömenden Gases und mithin auch die Höhe der erzeugten Gasflamme für längere Zeit constant zu erhalten. Das Gas tritt durch Hahn *L* (Fig. 199) in den Raum *E*, dann *MM*, umspült

---

[1]) Chem. News **36**, 103; **44**, 243. Rep. of British Assoc. for the Adv. of Science 1885, p. 426. — [2]) Journ. f. Gasbeleuchtung 1879, S. 42, 690.

Fig. 199.

das Rohr a', passirt die Oeffnung D, durch welche a' hindurchgeht und sich dort conisch verjüngt, kommt durch eine zweite darüber liegende Oeffnung und gelangt unter die aus leichtem Kupferblech hergestellte Glocke $d\,d$, die in dem Kasten $A\,A$ schwimmt. Das Rohr a' mündet oberhalb der Glocke d und ist in seinem dünneren Theile a fest mit d verbunden; der Durchmesser der Anschließungsfläche ist genau gleich dem inneren Durchmesser von a'. Die Weite der Oeffnung D ist ebenfalls gleich der lichten Weite von a'. Die Glocke d und das Rohr a' tauchen beide in Glycerin, sind dadurch unten abgesperrt und schwimmen darin. Die Glocke $d\,d$ ist in ihrer Decke mit einer kleinen, runden Oeffnung o versehen, durch welche das Gas weiter strömt und schließlich zum Brenner gelangt. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Gas durch die Oeffnung o strömt, ist abhängig von dem Unterschiede des Gasdruckes unterhalb und oberhalb der Glocke. In dem Raume E übt der wechselnde Eingangsdruck des Gases keinen bewegenden Einfluß auf die Röhre a' aus, sondern äußert sich nur durch ein Steigen oder Fallen des Glycerins innerhalb a'. Die Fläche des Glycerins in E ist als constant zu betrachten, weil der Querschnitt von a' im Verhältniß zu dem von E als verschwindend klein zu betrachten ist. Bezeichnet P den Druck unter der Glocke auf die Einheit der Oberfläche S, und ist s die Fläche, welche a mit der Glocke d verbindet, gleich der lichten Weite von a', so ist die von unten nach oben wirkende Kraft gleich $P\,(S - s)$. Von oben nach unten wirkt der Gasdruck über der Glocke d, welcher größtentheils abhängig ist von dem Widerstande beim Ausfluß des Gases aus der Brenneröffnung und sich durch die Glocke D auf die Röhre a' bis zur Glycerinsäule

darin fortpflanzt. Derselbe ist gleich $P'(S - s)$. Außerdem äußert noch das Gewicht π der Glocke eine nach unten wirkende Kraft. Q und NN bilden ein Manometer.

Um den Consum des Brenners P verschieden einstellen zu können, ist das U-Rohr mit Hahn T und Handgriff R angebracht.

Der eine Schenkel H mündet unter der Glocke d, der andere Schenkel steht durch die Oeffnung I mit dem Raume oberhalb der Glocke in Verbindung. Oeffnet man den Hahn T durch Drehung, so strömt ein Theil des Gases, ohne die Oeffnung o zu passiren, in den Raum oberhalb der Glocke, wodurch dieselbe Wirkung erzielt wird, als ob man die Oeffnung o in der Glocke d vergrößert hätte. Der Consum des Brenners P wächst daher und läßt sich durch Einstellung von T beliebig feststellen.

Giroud schlug vor, als Lichteinheit bei photometrischen Messungen die 67,5 mm hohe Flamme eines Einlochgasbrenners von 1 mm Weite zu verwenden. Eine Flamme von dieser Höhe entwickelt eine constante Helligkeit, welche gleich $^1/_{10}$ derjenigen eines Carcellbrenners ist und annähernd gleich der Wallrathkerze (0,96). Die Flammenhöhe wird durch den Draht V markirt, der durch Schraube S befestigt ist.

Das Weber'sche Photometer,

von Schmidt und Haensch in Berlin verfertigt, ist von dem Bunsen'schen abweichend, indem hier, gerade so wie beim bekannten Foucault'schen Photometer, die von der Normalflamme beleuchtete Fläche ganz getrennt ist von der Fläche, welche von der zu messenden Lichtquelle beleuchtet wird. Durch verschiedene Vorrichtungen kann die erstere ganz beliebig zur Normallichtquelle eingestellt werden.

Fig. 200 zeigt eine Ansicht, Fig. 201 eine schematische Darstellung des Apparates. Nach der von L. Weber[1]) gegebenen Beschreibung ist A ein circa 30 cm langer, innen geschwärzter Tubus von circa 8 cm Durchmesser. Derselbe wird von einem nur in der Ansicht gezeichneten Stative in horizontaler Lage gehalten. Auf dem einen Ende ist das Brennergehäuse C durch Bajonnetverschluß angesetzt, in welchem die als Normallicht benutzte Benzinkerze K von unten her eingesetzt werden kann. Ein Spalt erlaubt, die Länge der Flamme an einer vertical dahinter gestellten (in der Figur nicht angegebenen) Scala auf Spiegelglas bis auf 0,1 mm genau abzulesen. Die Regulirung der Flammenhöhe l läßt sich durch Drehen der ganzen Kerze bewirken, indem die oberste drehbare Dochthülse durch einen zweiten Stift festgehalten wird. Innerhalb A ist ein Rahmen F mittelst der an einer Triebstange W sich fortdrehenden Schraube V verschiebbar, wobei ein mit F verbundener Zeiger längs der in Millimeter getheilten Scala S fortrückt, und die Entfernung V der in dem Rahmen F befindlichen runden Milchglasplatte von der Kerze K abzulesen gestattet.

---

[1]) Journ. f. Gasbeleuchtung 1885, S. 267; Wied. Ann. 1883, 20, 326; Centralzeitung für Optik und Mechanik 1883, Nr. 16 und 17.

Fig. 200.

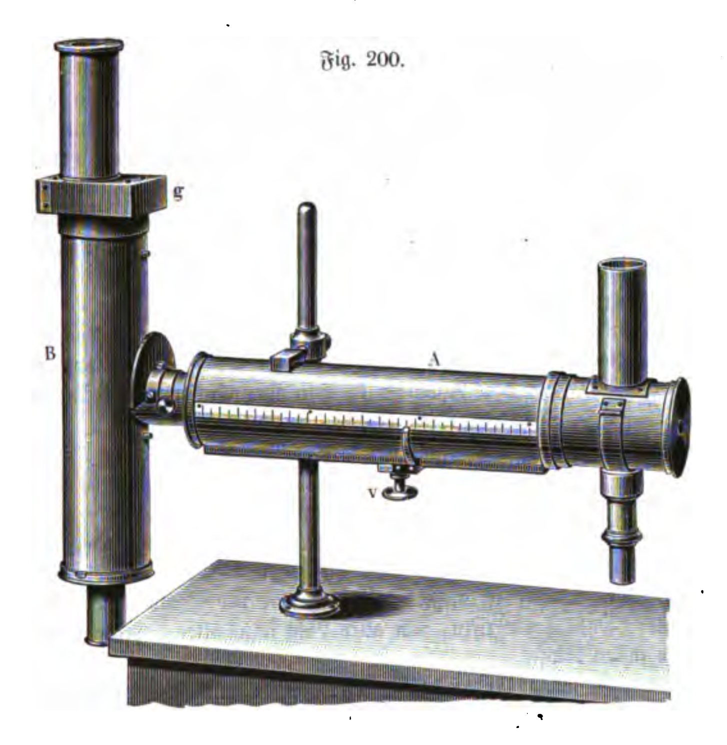
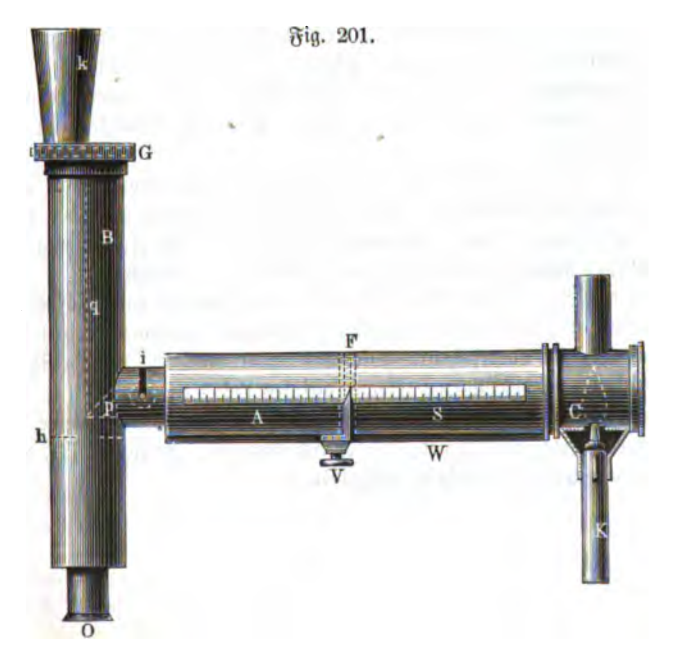


Fig. 201.



Gegen den Tubus *A* ist rechtwinkelig drehbar und durch eine in dem Schlitz *i* steckende Preßschraube fixirbar ein zweiter Tubus *B* gesetzt. Derselbe ist in der Zeichnung in verticaler Lage dargestellt, während die in der Regel benutzte eine horizontale ist. Für die verticale Benutzung wird dem Apparate noch ein vor das Ocularloch *O* zu setzendes, in der Figur nicht vorhandenes Reflexionsprisma beigegeben. Innerhalb *B* befindet sich, mit *B* fest verbunden, das Reflexionsprisma *p*, mittelst dessen der in *O* hineinblickende Beobachter auf die in *F* steckende, von *K* beleuchtete Milchglasplatte sieht, und zwar in der rechten Hälfte des theils durch ein Diaphragma *p*, theils durch die scharfe linke Kante des Prismas begrenzten Gesichtsfeldes (Fig. 202).

In der linken Hälfte des Gesichtsfeldes sieht man auf die in dem Kasten *g* steckende Milchglasplatte, eventuell bei gewissen Versuchen unmittelbar auf eine vor dem Apparate in beliebiger Entfernung befindliche, beleuchtete, weiße Fläche.

Fig. 202.

Das Auge hat hierbei, da die Lichtmenge, welche von einer leuchtenden Fläche auf ein und dieselbe Stelle der Netzhaut fällt, unabhängig von dem Abstande der Fläche ist, durchaus keine Empfindung des Abstandes zwischen *h* und *g* oder *h* und *F*, sondern es erhält den Eindruck, als seien die hellen Flächen unverrückbar in der Ebene *h* gelegen. In *B* ist außerdem von *g* bis zur Kante des Prismas hin eine verticale Blende *q* eingesetzt, um alles Licht abzuhalten, welches von *g* aus ins Prisma fallen könnte.

Vor dem Kasten *g* läßt sich ein Abblendungsconus *k* anbringen, welcher für einzelne Messungen nur die nebensächliche Bedeutung der Abblendung fremden Lichtes hat, dessen Oeffnungsweite für eine andere Art von Messungen (des diffusen Lichtes) dagegen von unmittelbarem Einflusse auf das Resultat ist.

Die Einstellung des Apparates geschieht in der Weise, daß der Tubus *B* auf die zu untersuchende Lichtquelle (helle Flächen, Flammen oder Normalkerzen) gerichtet, und sodann durch Verschiebung von *F* gleiche Helligkeit im Gesichtsfelde hergestellt wird.

Ist dies erreicht, so scheinen die beiden Hälften des letzteren in einer und derselben Fläche zu verschwinden. Nach beendeter Einstellung wird der Abstand *v* der Platte in *F* von der Kerze *K* abgelesen und ebenso die Flammenlänge *l* von *k*, welche vorher möglichst auf 2 cm Länge genau justirt worden ist.

Mit dem Weber'schen Apparate lassen sich folgende zwei Aufgaben lösen: 1. die Intensität einer als punktförmig betrachteten Lichtquelle (einer Flamme) nach conventionellen Lichteinheiten (Normalkerzen) und 2. die Helligkeit einer selbstleuchtenden oder beleuchteten Fläche (diffuses Licht) zu messen.

Die ausführlichen und genaueren Angaben zur Ausführung dieser Aufgaben sind in dem Werke von Post, „Chemisch-technische Analyse“ (II. Aufl. bei Vieweg, Braunschweig) eingehend behandelt.

Das Lummer-Brodhun'sche Photometer[1]).

Hier ist der Fettfleck durch eine optische Vorrichtung ersetzt. Das Princip der Einrichtung ist aus der Fig. 203 ersichtlich, die den Hauptschnitt durch die beiden Glasprismen A und B darstellt. B ist ein gewöhnliches, total reflectirendes Prisma mit genau ebener Hypothenusenfläche, während beim Prisma A nur die Kreisfläche rs absolut eben ist, der übrige Theil qr und sp dagegen eine Kugelzone bildet. Man preßt die Prismen bei rs so innig an einander, daß alles auf diese Berührungsfläche auffallende Licht vollständig hindurchgeht. Das bei o befindliche Auge wird also Licht von l nur durch die Berührungsfläche rs hindurch erhalten, dagegen von λ her nur diejenigen Strahlen, welche auf ar und sb total reflectirt werden. Sind l und λ diffus leuchtende Flächen und ist das Auge auf die Fläche $arsb$ eingestellt, so erblickt es im Allgemeinen einen scharf begrenzten hellen oder dunklen elliptischen Fleck in einem gleichmäßig erleuchteten Felde. Bei Gleichheit der Lichtquellen verschwindet dieser Fleck vollkommen.

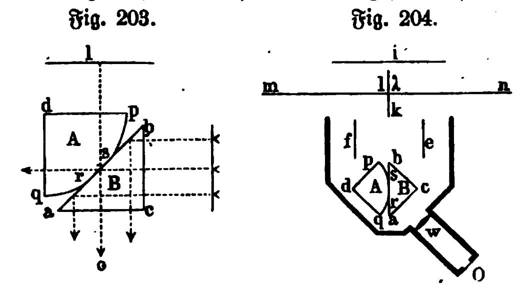


Fig. 203. Fig. 204.

In Fig. 204 ist die Anordnung des Photometers skizzirt, wie es unter Benutzung vorstehenden Princips in der Werkstatt der physikalisch-technischen Reichsanstalt ausgeführt wurde.

Lothrecht zur Achse der Photometerbank mn steht der Schirm ik; er besteht aus zwei Papierblättern, zwischen welche Stanniol gelegt ist. Das diffuse, vom Schirm ausgehende Licht fällt auf die Spiegel e und f, welche es senkrecht auf die Kathetenflächen cb und dp der in Fig. 204 gezeichneten Prismencombination werfen. Der Beobachter bei o stellt durch die verschiebbare Lupe w scharf auf die Fläche $arsb$ ein.

Wie die Verfasser hervorheben[2]), soll das beschriebene Photometer frei von der beim Bunsen'schen Fettfleck so störenden Veränderlichkeit und ungleichmäßigen Ausstrahlung der beiden Fettfleckseiten sein. Die getroffene Anordnung erlaubt, neue Photometer ohne Weiteres an die Stelle der üblichen Bunsen'schen Apparate auf jede Photometerbank zu setzen.

Die photometrischen Messungen werden in einem vollkommen dunklen Zimmer vorgenommen. Das Eindringen des Tageslichtes, sowie jedes anderen fremden Lichtes soll vollständig vermieden werden, gleichwie zur Hintanhaltung von störenden Reflexen die Wände des Zimmers dunkel angestrichen werden müssen. Auch sollen alle anderen im Photometerzimmer aufgestellten Apparate mit einem matten, dunklen

[1]) Dingl. polyt. Journ. 1889, 272, 178. — [2]) Zeitschrift für Instrumentenkunde, Nr. 1, 1888, S. 23.

Anstriche versehen sein. Die Ventilation im Zimmer muß eine gute sein, damit im Laufe der Versuche die Lufttemperatur nicht zu sehr steige. Vor Beginn der Messungen hat man sich von der normalen Beschaffenheit der Apparate, sowie von der nothwendigen Ordnung der Versuchslampe zu überzeugen. Die richtige Wahl einer Lampe [1]) ist von großer Wichtigkeit, um ein Urtheil über die Lichtintensität eines Oeles geben zu können, denn Oele verschiedener Fundstätten verlangen ihrer verschiedenartigen Verbrennlichkeit wegen auch die Anwendung von Brennern mit verschieden starkem Luftzutritt.

Für specifisch leichte Oelsorten, welche im Allgemeinen auch leicht brennen (z. B. pennsylvanisches), genügen auch gewöhnliche Brenner (Kosmosrundbrenner von Wild und Wessel rc.), für schwerere Oele, wie z. B. die kaukasischen Kerosine, müssen Brenner mit verstärkter Luftzufuhr angewendet werden. Die Verwendung und Construction von Lampen (Docht, Brenner, Zugglas, Körper rc.) und deren Einfluß auf die Leuchtkraft von Erdöl verschiedener Provenienz wird im Capitel der Verwendung ausführlich besprochen.

Es sei bemerkt, daß gleich wie vermehrte Luftzufuhr auch die Vorrichtungen [2]), welche die Luft der Flamme mehr nähern, wirken, wie z. B. stärkere Einschnürung und tiefere Stellung des Glascylinders, Einleitung der Luft durch ein Rohr inmitten des Rundbrenners, Ausbreitung der Flamme durch eine Scheibe rc. Steigert man die Luftzufuhr entsprechend der Schwere und Verbrennbarkeit der Oele, so brennen auch schwere Oele mit sehr gutem Lichteffect, vorausgesetzt, daß die Steighöhe vom Oelniveau bis zur Flamme für die betreffenden Oele nicht zu groß, die Flamme also nicht zu hoch über dem Oelspiegel angebracht ist. Die dicken, schweren Oele zeigen aber neben schwerer Verbrennlichkeit auch den Unterschied gegenüber den leichten, daß sie nur langsam im Dochte in die Höhe steigen. Für richtige photometrische Messungen sollen daher jeweilig durch Ausprobiren diejenigen Brennersysteme ausgesucht werden, die das Optimum des Lichteffectes ergeben.

Es müssen nachher, um ein richtiges Bild von der Leuchtkraft und dem Leuchtwerthe eines Erdöles zu erlangen, noch die folgenden Angaben gemacht beziehungsweise durch Versuche ermittelt werden: System und Größe des Brenners, Leuchtkraft am Anfang und am Ende des Versuches, der mindestens auf fünf Stunden Brennzeit sich erstrecken soll. Prüft man nur eine oder zwei Stunden, so erlangt man keine genügenden Anhaltspunkte für Beurtheilung des Rückganges der Leuchtkraft während längerer Brennzeit. Ferner muß der mittlere Lichteffect für die ganze Versuchsdauer (ermittelt durch mindestens je halbstündig wiederholte Ablesungen) und endlich auch der Quotient aus der Zahl des Gesammtölverbrauches in Grammen durch die Stundenzahl der Versuchsdauer und die Zahl der Lichtstärken in Normalkerzen, d. h. also der Oelverbrauch per Kerze und Stunde angegeben werden. Nach Angaben von Engler [3]) soll eine gute Oelsorte bei einem Zehnlinienbrenner im Lichteffect nicht viel unter acht Lichtstärken herabsinken. Das Verhältniß zwischen Anfangs- und Endlichtstärke

[1]) C. Engler: „Die deutschen Erdöle." — [2]) Ebendaselbst. — [3]) Post: „Chemisch-technische Analyse", S. 307.

soll nicht unter dreiviertel sein und der Verbrauch pro Lichteinheit in einer Stunde nicht mehr als 3,5 g Oel betragen.

Hiermit ist das Wesentlichste über die Durchführung der Versuche gesagt, die ein richtiges Urtheil über den Brennwerth eines Erdöles ermöglicht. Anschließend sollen nun einige Untersuchungen besprochen werden, die sich auf unsere gebräuchlichsten Handelserdölsorten beziehen. Es sind dies die Arbeiten von Engler, Lew, Krämer und Böttcher, Zaloziecki, Schmelk u. A.

Ehe an die Besprechung dieser Arbeiten gegangen wird, sei flüchtig noch die Wirkung des Brennens auf den Zündpunkt und das specifische Gewicht des Oeles erwähnt. Aus den Arbeiten von M. Albrecht[1]), Junker, Thörner[2]) und Engler[3]) geht hervor, daß weder das specifische Gewicht noch der Flammpunkt sich wesentlich während und nach dem Brennen ändern, und die Ansicht, daß zuerst die leichteren und schließlich die schwereren Antheile im Dochte aufsteigen und verbrennen, eine unzulässige sei, dagegen ist es erwiesen, daß ein gleichmäßiges Aufsteigen im Dochte und damit Verbrennen der Oele stattfindet, wobei das Verhältniß der leichten zu den schweren Antheilen ein ziemlich constantes bleibt.

Photometrische Messungen.

Durchgeführt von Engler und Lew[4]) mit dem verbesserten Bunsenphotometer und mit einer Normalparaffinkerze.

Aus den umstehenden Versuchen geht hervor, daß 1. das kaukasische Erdöl auf den dafür eingerichteten Lampen ebenso hell brennt, wie das amerikanische auf entsprechenden Lampen; 2. daß zwar die anfängliche Lichtwirkung beim amerikanischen Oel größer ist, als beim kaukasischen, daß aber auch eine entsprechend stärkere Abnahme des Leuchtens der Flamme eintritt, so daß am Ende des Versuches das kaukasische Oel durchwegs eine hellere Flamme zeigt, als das amerikanische; 3. daß der Oelverbrauch zur Erzeugung gleicher Lichtmengen bei beiden Oelsorten ungefähr gleich, eher aber beim kaukasischen geringer ist, als beim amerikanischen; 4. daß die amerikanischen Oele auf der Lampe für kaukasisches Oel und die kaukasischen auf der Lampe für amerikanisches im Allgemeinen mit geringerer Lichtwirkung brennen. Aus diesen Tabellen ist auch zu ersehen, daß die Lichtintensität für gewisse Oelsorten mit Rücksicht auf den Oelverbrauch von der Lampe abhängig ist, so daß jede Erdölsorte ihren besonderen Brenner, ihre besondere Lampe verlangt.

Aus den Tabellen, a. S. 350 und 351, ist ersichtlich, welche Fractionen des Handelspetroleums für gegebene Lampenverhältnisse die lichtgebendsten sind. Auch hier ist der Unterschied des Verhaltens beim Brennen, gleicher Fractionen des kaukasischen und amerikanischen Oeles bemerkbar.

---

[1]) Zeitschr. f. Paraffin, Mineralöl 1879, S. 25 ꝛc. — [2]) Chemiker-Zeitung 1886, Nr. 34, 36 ꝛc. — [3]) Ebendaselbst 1886, Nr. 10, 80 und 82. — [4]) Erdöl von Baku.

Kaukasisches Oel.

Art des Erdöles	Art des Brenners		Nummer des Erdöles	Procentgehalt an normalem Brennöl (150 bis 290°)	Procentgehalt an schwer siedenden Theilen über 310°	Lichtstärke in der ersten Stunde	Lichtstärke am Ende des Versuches	Mittlere Lichtstärke aus zehn Ablesungen	Dauer des Versuches in Stunden	Oelverbrauch in Grammen für eine Normalkerze und Stunde	Gewicht in Grammen des Kohlenringes
Kaukasisches Brennöl aus dem Nobel'schen Behälter zu Illowo	Brenner von Wild und Wessel	10 Linien	I	89	5	8,35	7,6	7,86	5	3,76	0,064
			II	82,25	6,75	8,4	7,8	7,96	6	3,8	0,050
		14 Linien	I	—	—	9,0	7,1	8,6	5	4,04	0,132
			II	—	—	9,2	7,2	8,8	6,5	4,5	0,107
	Verbesserte Kosmosbrenner von Schuster und Baer	10 Linien	I	—	—	10,1	9,4	9,72	6¼	3,8	0,020
		14 Linien	I	—	—	11,65	10,7	11,0	5	4,1	0,024

Amerikanisches Oel.

Art des Erdöles	Art des Brenners		Nummer des Erdöles	Procentgehalt an normalem Brennöl (150 bis 290°)	Procentgehalt an schwer siedenden Theilen über 310°	Lichtstärke in der ersten Stunde	Lichtstärke am Ende des Versuches	Mittlere Lichtstärke aus zehn Ablesungen	Dauer des Versuches in Stunden	Oelverbrauch in Grammen für eine Normalkerze und Stunde	Gewicht in Grammen des Kohlenringes
Amerikanisches Brennpetroleum aus der Stadt Karlsruhe	Kleiner Brenner von Wild und Wessel	10 Linien	I	58	28	8,65	7,0	7,6	$7\frac{1}{4}$	4,1	0,0849
			II	60,5	24,15	8,55	6,5	7,72	$7\frac{1}{2}$	8,7	0,062
			III	64,5	20,5	9,15	6,8	7,8	$5\frac{1}{4}$	4,0	0,0585
	Großer Brenner von Wild und Wessel	14 Linien	I	—	—	10,95	8,2	9,82	5	4,1	0,078
			II	—	—	11,9	8,8	10,0	$8\frac{1}{4}$	4,3	0,126
			III	—	—	10,95	8,8	10,1	$5\frac{1}{2}$	4,6	0,100
	Verbesserte Kosmosbrenner von Schuster und Baer	10 Linien	I	—	—	9,4	7,8	8,0	6	4,2	0,0832
		14 Linien	I	—	—	11,3	8,6	9,4	5	5,7	0,104

Kaukasisches Petroleum.

Fractionen		Nummer des Erdöles	Specifisches Gewicht	Entflammungspunkt	Lichtstärke in der ersten Stunde	Lichtstärke am Ende des Versuches	Mittlere Lichtstärke aus zehn Ablesungen	Dauer des Versuches in Stunden	Oelverbrauch in Grammen für eine Normalkerze und Stunde	Gewicht in Grammen des Kohlenringes
Versuche mit Zehnlinienbrenner von Wild und Wessel	150 bis 200°	I	0,805	31	9,7	9,4	9,5	$5^1/_4$	4,0	nicht wägbar
	200 „ 250°	I	0,835	63	7,9	7,0	7,4	$6^1/_2$	4,0	0,073
	250 „ 300°	I	0,850	—	7,5	4,7	6,3	7	3,4	0,104
	150 „ 300°	I	0,825	45,5	8,65	7,9	8,1	5	4,0	0,053
	Alles Oel, ausschließlich der bis 150° siedbaren Theile	I	0,830	46	8,0	7,1	7,4	5	4,0	0,072
	Alles Oel, ausschließlich der über 300° siedbaren Theile	I	0,820	26,5	9,1	8,6	8,8	6	4,1	nicht wägbar
Versuche mit dem „verbesserten Zehnlinienkosmosbrenner“ von Schuster und Baer	150 bis 200°	I	—	—	10,85	10,45	10,6	$9^1/_2$	3,9	nicht wägbar
	200 „ 250°	I	—	—	9,95	9,25	9,5	$6^1/_2$	3,0	nicht wägbar
	250 „ 300°	I	—	—	9,4	6,8	7,5	$9^1/_2$	3,0	0,071
	150 „ 300°	I	—	—	10,3	9,7	9,9	6	3,7	0,024
	Alles Oel, ausschließlich der bis 150° siedbaren Theile	I	—	—	10,1	9,3	9,7	5	3,8	0,042
	Alles Oel, ausschließlich der über 300° siedbaren Theile	I	—	—	10,85	10,55	10,57	$6^1/_2$	3,9	nicht wägbar

Amerikanisches Petroleum.

Fractionen		Nummer des Erdöles	Specifisches Gewicht	Entflammungspunkt	Lichtstärke in der ersten Stunde	Lichtstärke am Ende des Versuches	Mittlere Lichtstärke aus zehn Ablesungen	Dauer des Versuches in Stunden	Oelverbrauch in Grammen für eine Normalkerze und Stunde	Gewicht in Grammen des Kohlenringes
Versuche mit Zehnlinienbrenner von Wild und Wessel	150 bis 200°	I	0,795	27	9,35	8,6	8,8	6	3,9	nicht wägbar
		II	0,7905	26,5	9,4	8,4	8,7	6⅓	3,8	nicht wägbar
	200 „ 250°	I	0,815	41,5	8,4	6,9	8,0	7¼	3,7	0,064
		II	0,810	39,0	8,5	7,0	8,0	5	3,85	0,059
	250 „ 300°	I	0,825	—	7,5	6,3	7,1	6	3,7	0,103
		II	0,825	—	7,6	6,0	6,9	6	3,7	0,102
	150 „ 300°	I	0,805	29	9,3	7,7	8,2	6½	3,8	0,023
		II	0,800	28	9,2	7,9	8,3	6	3,9	0,020
	Alles Oel, ausschließlich der bis 150° siedbaren Theile	I	0,810	32	8,1	5,0	6,5	6½	4,0	0,140
		II	0,805	31	7,8	5,4	6,7	6	4,1	0,095
	Alles Oel, ausschließlich der über 300° siedbaren Theile	I	0,800	19,5	8,7	7,8	8,4	6½	4,03	nicht wägbar
		II	0,800	18,5	9,05	8,0	8,4	6⅓	4,2	nicht wägbar

Die deutschen Erdöle wurden von Engler[1]) auf ihre Lichtintensität untersucht und mit dem im Handel vorkommenden kaukasischen und amerikanischen Leuchtöle verglichen. Die Resultate dieser Untersuchungen sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

[1]) C. Engler: „Die deutschen Erdöle."

Art des Erdöles	Art des Brenners	Nummer des Erdöles	Procentgehalt an normalem Brennöl (150 bis 290°)	Lichtstärke in der ersten Stunde	Lichtstärke am Ende des Versuches	Mittlere Lichtstärke aus zehn Ablesungen	Dauer des Versuches in Stunden	Oelverbrauch für Normalkerze und Stunde in Grammen	Gewicht des Kohlenringes in Grammen	Gehalt an schwer siedenden Theilen über 290°
Pechelbronn, Bohrloch Nr. 146	Wild und Wessel	—	92	8,5	7,5	8,0	5	4,32	0,102	8
	Schuster und Baer	—	—	8,8	8,0	8,82	5	4,37	0,097	—
Pechelbronn, Bohrloch Nr. 213	Wild und Wessel	—	79	10,3	7,8	8,9	5	3,7	0,061	9,5
	Schuster und Baer	—	—	10,1	7,6	8,9	5	4,1	0,043	—
Oelheim, Deutsche Petroleumbohrgesellschaft	Wild und Wessel	—	87	9,0	7,2	7,95	5	3,86	0,117	9,5
	Schuster und Baer	—	—	9,4	7,7	8,4	5	3,51	0,0985	—
	Helios	—	—	10,2	8,7	9,53	5	3,4	0,048	—
Amerikanisches Brennpetroleum aus der Stadt Karlsruhe (Baden)	Wild und Wessel	I	58	8,65	7,0	7,6	$7^1/_4$	4,1	0,0849	28
		II	60,05	8,55	6,5	7,72	$7^1/_2$	3,7	0,062	24,15
		III	64,5	9,15	6,8	7,8	$5^1/_4$	4,0	0,0585	20,5
	Verbesserter Kosmosbrenner von Schuster und Baer	I	—	9,4	7,8	8,0	6	4,2	0,0832	—
Kaukasisches Brennpetroleum aus dem Nobel'schen Behälter zu Illowo	Wild und Wessel	I	89	8,35	7,6	7,86	5	3,76	0,064	5
		II	82,25	8,4	7,8	7,93	6	3,8	0,050	6,75
	Verbesserter Kosmosbrenner von Schuster und Baer	I	—	10,1	9,4	9,72	$6^3/_4$	3,8	0,020	—

Nach den in dieser Tabelle enthaltenen Resultaten steht das Pechelbronner Brennöl älterer Bohrung beim Brennen auf gewöhnlicher Lampe in Bezug auf Leuchtkraft hinter dem Oelheimer Oel um weniges, erheblicher hinter den Brennölen von Baku und Pennsylvanien zurück. Dieses wie das Oelheimer brennen am besten auf Lampen mit verstärkter Luftzufuhr (Schuster und Baer). Das Pechelbronner Erdöl neuerer Bohrung (Bohrloch Nr. 213) kommt in seinem allgemeinen Verhalten beim Brennen auf der Lampe dem pennsylvanischen sehr nahe, übertrifft dasselbe noch hinsichtlich Gleichbleibens der Leuchtkraft bei fünfstündigem Brennen, auch bezüglich geringeren Oelconsums. Wie das amerikanische, brennt es auch am vortheilhaftesten auf einer gewöhnlichen Lampe, also ohne verstärkte Luftzufuhr, während das Pechelbronner Oel älterer Bohrung (Bohrloch Nr. 146), sowie das Oelheimer in dieser Beziehung mit dem Bakuer Erdöl übereinstimmt.

Erwähnt seien auch die photometrischen Messungen des im Handel vorkommenden „Kaiseröls“ von Korff und des „Brillantpetroleums“ aus Pechelbronner Oel, verglichen mit pennsylvanischem Petroleum (von Engler und Schestopal ausgeführt), welche in folgender Tabelle angegeben werden. Angewendet wurde das verbesserte Bunsenphotometer und als Normallicht eine Normalparaffinkerze.

Art des Petroleums	Art des Brenners	Mittlerer Lichteffect in der ersten Stunde	Lichteffect am Ende des Versuches	Mittlerer Lichteffect aus zehn Ablesungen	Dauer des Versuches in Stunden	Mittlerer Oelverbrauch in einer Stunde in Grammen	Oelverbrauch per Normalkerze und Stunde in Grammen	Specifisches Gewicht	Viscosität (Wasser = 1)
Kaiseröl	Kleiner (10 Linien) Brenner von Wild und Wessel	8,8	8,1	8,4	6	27,0	3,2	0,795	1,08
Brillantpetroleum		8,5	7,8	8,1	5	26,8	3,3	0,801	1,04
Gewöhnliches pennsylvanisches Petroleum		8,5	6,5	7,7	7	28,7	3,7	0,800	1,12
Kaiseröl	Verbesserter Kosmosbrenner von Schuster und Baer	9,1	8,2	8,6	6	24,0	2,8	0,795	1,08
Brillantpetroleum		9,2	8,1	8,7	$6^1/_2$	25,1	2,8	0,801	1,04
Gewöhnliches pennsylvanisches Petroleum		9,4	7,8	8,0	6	39,8	4,2	0,800	1,12

Aus diesen Ergebnissen ist ersichtlich, daß das Elsässer Brillantpetroleum dem allgemein bewährten Kaiseröl nahe steht, und daß es, wie dieses für die beiden Brennersorten geeignet ist.

Die Raschheit des Aufsteigens der Erdöle im Dochte, die von Einfluß auf die Leuchtkraft derselben ist — da bei zu langsamem Aufstiege die Flamme nicht genügend mit Oel gespeist wird, in Folge dessen leicht ein Verkohlen des Dochtes und ein rascher Rückgang der Flamme eintritt — wurde ausführlich bei Viscosität besprochen.

Eine sehr nachtheilige Wirkung auf die Lichtintensität eines Erdöles üben die darin gelösten Kalk- und Magnesiasalze aus. Nach Mittheilung von Redwood[1]) soll der Eisengehalt von 0,1 g in 1000 g Erdöl sich nicht schädlich erweisen, dagegen wird schon durch einen Gehalt von 0,02 g Kalk- oder Magnesiasalzen auf 1000 g Erdöl die Leuchtkraft nach acht Stunden um 30 bis 40 Proc. vermindert; bei einem Gehalte von 0,1 g in 1000 g Erdöl sinkt dieselbe für Kalksalze um 85,5 Proc., für Magnesiasalze gar um 94 Proc. Dieses verschiedene Verhalten der Eisensalze einerseits und der Kalk- und Magnesiasalze andererseits findet, wie Verfasser annimmt, darin seine Erklärung, daß sich die Eisensalze an der Spitze des Dochtes abscheiden und nun entweder hinuntersinken oder auch auf dem Dochte zurückbleiben, jedoch ohne zu schmelzen, während die Kalk- und Magnesiasalze zu einer festen Masse zusammensintern und so dem Erdöle den Zutritt zur Flamme versperren.

Colorimetrie (Farbenmessung).

Die Farbe des Petroleums darf höchstens hellgelblich erscheinen, und gute Sorten von Petroleum sollen ganz farblos sein. Die gelbe Farbe deutet auf nicht genügende Reinigung oder auf Zusatz geringwerthiger, insbesondere schwerer Oelsorten. Die meisten Oelsorten zeigen außerdem einen blauen Schimmer, dessen Ursache bis jetzt noch nicht aufgeklärt ist. Als eine ins Auge fallende Unterscheidung der amerikanischen und kaukasischen Petrolsorten gilt die verschiedene Farbennuance. Das kaukasische Petroleum ist selbst bei einem specifischen Gewicht von 0,824 bis 0,826 weiß oder höchstens schwach gelbstichig, während das amerikanische Handelspetroleum einen stärkeren Stich ins Gelbgrüne hat und stark fluorescirt.

Da man durch das bloße Auge die Farbe der Petroleum- und Schmierölsorten nicht genau feststellen kann, sind in der letzten Zeit verschiedene Apparate (Colorimeter, Chromometer) construirt worden, vermittelst welcher die noch zulässige Färbung constatirt werden kann.

Am meisten — besonders in Baku — Anwendung findet das verbesserte Stammer'sche Colorimeter, von Schmidt und Haensch in Berlin construirt und von C. Engler beschrieben[2]).

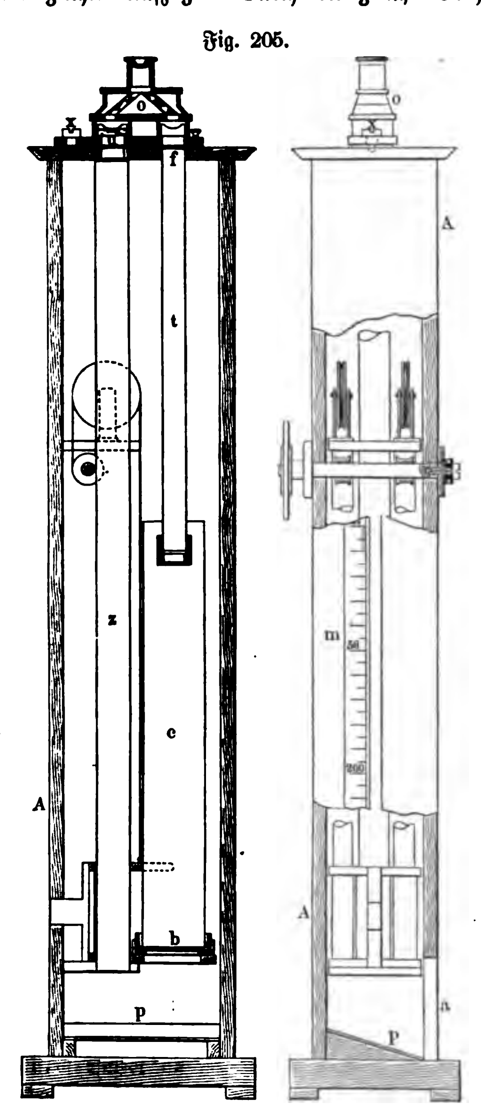
In dem hölzernen Kasten *A* (Fig. 205) befindet sich der zur Aufnahme des zu prüfenden Erdöles dienende Metallcylinder *c*, dessen Boden *b* aus einer

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 1887, **265**, 427. — [2]) Ebendaselbst **264**, 287.

mittelst Metallfassung dicht festgeschraubten, geschliffenen Glasplatte besteht. Cylinder *c* steht auf einem durch Drehung eines Kropfes auf- und abwärts beweglichen Aufzuge. Durch die gleiche Drehung wird ein mit Aufzug verbundener Zeiger in Bewegung gesetzt und dadurch an dem auf dem hölzernen Gehäuse befestigten Maßstabe *m* die Höhe der Verschiebung des Cylinders *c* in Millimetern angezeigt. In dem Deckel des Gehäuses hängt die unten in gleicher Weise wie *c* mit Glasplatte abgeschlossene Tauchröhre *t*, auf welcher zur Sicherung ihrer Lage oben eine kleine Ringfeder *f* aufgeklemmt wird. Am Boden des Gehäuses liegt in schräger Stellung der Milchglasspiegel *p*; durch diesen wird bei geöffneter Thür *a* diffuses Licht in den Apparat geworfen. Das Licht geht eines theils durch das im Cylinder *c* befindliche Erdöl und die darüber stehende Tauchröhre *t*, anderer seits durch eine innen geschwärzte Metallröhre *z*, welche vom Boden des Apparates bis zum Ocular reicht. Durch dieses Ocular werden mit Hülfe geeignet angeordneter Spiegel die durch *c* und durch *z* gegangenen Lichtstrahlen auf einem runden Gesichtsfelde vereinigt, so daß man auf der einen Hälfte die ersteren, auf der anderen Hälfte die letzteren erblickt, und so die beiden Farbentöne mit einander unmittelbar vergleichen kann.

Fig. 205.



Als Normalfarbe wird anstatt einer gefärbten Flüssigkeit eine Uranglasplatte benutzt. Dieselbe ist bei *u* in das Ocular eingelegt. Zum bequemen Wechseln der Tauchröhre ist das Ocular *o* um die Achse bei *x* drehbar und kann also seitlich verschoben werden.

Zur Prüfung von Schmierölen, welche viel dunkler sind, ist dem Apparate ein kurzer Cylinder zur Aufnahme des Oeles beigegeben.

Bei der Untersuchung eines Erdöles verfährt man folgendermaßen: Cylinder *c* wird auf den tiefsten Stand gebracht, herausgenommen und mit der zu prüfenden Probe bis zur Marke gefüllt, vorsichtig wieder eingestellt, die Tauchröhre *t* eingesetzt und das Gehäuse *A* mit Ausnahme der Thür *a* verschlossen. Man stellt alsdann den Apparat so auf, daß von einem Fenster möglichst helles Licht einfällt, worauf man durch Drehen den Cylinder *c* so lange nach aufwärts schiebt, bis die beiden Hälften des Gesichtsfeldes gleiche Farbentönung zeigen. Je höher man den Cylinder *c* stellt, desto dünner wird die zwischen dem Boden desselben und dem Boden der feststehenden Tauchröhre befindliche Schicht von Erdöl und entsprechend heller auch das Gesichtsfeld. Es ist einleuchtend, daß diese Schicht um so dünner wird, je tiefer gefärbt das Oel ist, und der Zeiger giebt die Dicke dieser Schicht auf der Scala in Millimetern an.

Farbenton und Dicke des Normalglases sind so gewählt, daß die Ablesung der Scala die folgenden Werthe für die üblichen Handelsmarken ergiebt:

für Standard white . . . . 50,0 mm
„ Prime „ . . . . 86,5 „
„ superfine „ . . . . 199,5 „
„ Water „ . . . . . 300 bis 320 „

Der Apparat ermöglicht rasches Arbeiten und bequemes Ablesen. Für scharfe Bestimmungen müssen mehrere Ablesungen gemacht werden, aus denen man das Mittel nimmt.

Obgleich die Färbung des Normalglases den Farbenton des Erdöles gut wiedergiebt, ist es doch selbstverständlich, daß für Erdöl verschiedener Herkunft kleine Unterschiede im Farbentone gegenüber dem Normalglase sich ergeben, so daß ein absolut genaues Einstellen auf gleiche Färbung der beiden Hälften des Gesichtsfeldes nicht immer zu ermöglichen ist. Der hierdurch bedingte Fehler ist aber auch bei Anwendung eines Normalöles oder einer anderen Normalflüssigkeit ebenso wenig zu vermeiden und bewegt sich zudem nur innerhalb weniger Millimeter.

Da es sich gezeigt hat, daß die Erdöle auf das Metall nicht ohne Einwirkung sind, und daß sie sich dabei, wenn auch kaum merklich, dunkler färben, empfiehlt es sich, zur Prüfung der feinsten Marken Apparate anzuwenden, bei denen Oelcylinder *c* und Tauchröhre *t* ganz aus Glas angefertigt sind. Mit einem solchen Apparate hat Engler Versuche durchgeführt und zufriedenstellende Werthe erzielt [1]).

Ein älteres, auch viel in Anwendung stehendes, von Schmidt und Haensch construirtes Colorimeter ist in den Figuren 206 und 207 abgebildet. Es besteht aus zwei am Gestell befestigten Röhren *A* und *B*, in welche vermittelst des Spiegels *C* Licht eingeworfen wird, welches durch *a* beobachtet werden kann. Röhre *B* enthält eine Glasscheibe, welche entsprechend dem Standard

[1]) Der Apparat ist von der Firma Schmidt und Haensch in Berlin (Stallschreiberstraße Nr. 4) zum Preise von 175 Mark unter weiterer Zugabe von je einem Erdölcylinder und einer Tauchröhre aus Glas zu 183 Mark zu beziehen.

des Petroleums schwach gelblich gefärbt ist, deren Färbung auf der Scala der Zahl 100 entspricht. Röhre *A* ist unten durch eine farblose Glasscheibe geschlossen, oben offen, und in dem äußeren Rohre bewegt sich teleskopenartig ein zweites, oben ebenfalls offenes, unten mit Glasscheibe geschlossenes Rohr. Bei *a* sieht man einen durch eine Linie getheilten Kreis, dessen eine Seite das Licht aus *A*, dessen andere aus *B* erhält. So kann die beiderseitige Färbung leicht verglichen werden. Man gießt durch Trichteransatz *c* das zu prüfende Petroleum in *A*, zieht dabei die innere Röhre so hoch als möglich und vergleicht die beiden Bilder. Ist dasjenige auf der Seite des Petroleums zu stark gefärbt, so schraubt man das innere Rohr, mit dem sich zugleich auch das fest damit verbundene Rohr *B* bewegt, so lange nach unten und verringert dadurch die Petroleumschicht bis zu dem Punkte, in welchem beide Hälften gleich gefärbt erscheinen. Auf der Scala *b* kann man dann den Grad der Färbung im Verhältniß zum Muster (Standard) ablesen.

Fig. 206.

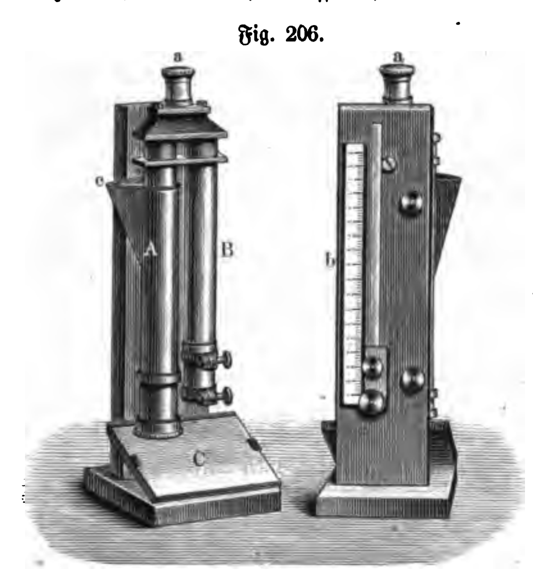


Fig. 207.

In England ist das ganz ähnliche Colorimeter von Wilson, in Bremen das von Wilson-Ludolph gebräuchlich.

An den Handelsbörsen wird das Petroleum gewöhnlich nach bestimmten Farben gehandelt und ist eine der Helligkeit entsprechende Eintheilung getroffen. So gelten auf der Londoner Börse die vier Nüancen: **Water white, Prime white, Standard white, Merchantable**, wobei **Water white** die hellste, **Merchantable** die dunkelste Sorte repräsentirt. In Bremen hat man folgende Sorten: **Water white, Prime white, Standard white, Prime light straw to white, Prime light straw to Standard white, Light straw, straw.**

Bei der Werthbestimmung der Schmieröle ist die Farbe in manchen Fällen ausschlaggebend, wiewohl hier nicht gleich wie beim Petroleum die Farbe einen Maßstab für die Qualität bietet. Bei der Beurtheilung des Mineralschmieröles

ist es bestimmend, ob es sich darum handelt, Mineralöle als Ersatz resp. Zusatz für vegetabilische Oele zu benutzen, und dies gilt hauptsächlich für den Handel; hier ist die möglichste Helligkeit bis Strohgelb von großem Werthe. Hierüber soll eingehender bei Capitel VII „der Verwendung“ gesprochen werden. In allen anderen Fällen, wo die Farbe allein nicht maßgebend ist, wird sie nur einen werthvollen Behelf bilden können.

Wir unterscheiden, wie schon im Capitel „Fabrikation“ eingehend behandelt wurde, Mineralschmieröle, direct aus dem Rückstande durch Raffination dargestellt, und hier ist die Farbe insoweit von Wichtigkeit, als sie einen Maßstab für die Reinheit resp. den Gehalt an Theer bietet: je lichter das Oel, in je dickeren Schichten es durchsichtig resp. durchscheinend ist, um so reiner kann das Oel bezeichnet werden. Die zweite Gruppe der Schmieröle, die Destillate, werden in vielen Fällen als solche und mit Vortheil verwendet. Sie zeichnen sich durch größere Viscosität gegenüber den Raffinaden gleicher Provenienz aus. Die Vorurtheile und die Gewohnheit des Consumenten, mit lichten, vegetabilischen Oelen zu schmieren, haben jedoch die Raffinirung der Oele zur Folge gehabt. Die Farbe der Raffinaden wird in der Regel mit steigendem specifischen Gewicht dunkler. So sind die leichtesten Solar- und Mischöle citronengelb, die schwereren Spindelöle orange- und schwach weinroth gefärbt, die Maschinenöle dunkelweingelb bis dunkelweinroth, oft nur in dünnen Schichten durchsichtig und endlich sind fast undurchsichtig oder dunkelroth die Cylinderöle. Dabei ist auch zu bemerken, daß sämmtliche Oele eine grüne bis blaugrüne Fluorescenz zeigen. Oele von gleicher Provenienz und gleichem specifischen Gewichte sollen gleiche Farbe besitzen, denn eine dunklere Farbe weist in diesem Falle auf eine mindere Raffination.

Geruch.

Der Geruch der Brennöle darf nur schwach und nicht unangenehm sein oder er soll besser ganz fehlen.

Ein penetranter, unangenehmer, widerlicher Geruch, welchen manche Petroleumsorten im Handel besitzen, rührt noch von den Bestandtheilen des Rohöles her, welche bei der Raffination nicht ganz entfernt wurden.

Die Schmieröle sollen ganz geruchlos sein. Unangenehmer Geruch im Schmieröle rührt entweder von der schlecht durchgeführten Destillation her, oder von einer ungenügenden Behandlung der Oele mit den üblichen Chemikalien, Schwefelsäure und Lauge [1]).

Verhalten gegen Schwefelsäure.

Petroleum, mit einem gleichen Volumen concentrirter Schwefelsäure von 1,53 specif. Gew. gemischt und durchgeschüttelt, darf sich nach Absetzen der Säure

[1]) Der unangenehme Geruch mancher Roherdöle und Brennöle ist in erster Linie ungesättigten Kohlenwasserstoffen zuzuschreiben, die von der Schwefelsäure vollkommen aufgenommen werden, und daher bei unvollständiger Raffination zurückbleiben. (Kast und Lagai: Dingl. polyt. Journ. 284, 71.)

nicht dunkler färben, sondern eher heller. Die Schwefelsäure darf sich dabei nicht braun oder braunschwarz färben; sie soll entweder ganz unverändert oder schwach gelb erscheinen. Eine Braunfärbung der Säure deutet auf eine ungenügende Reinigung des Petroleums, in Folge harzartiger Beimengungen.

Ist das Petroleum mit Destillaten aus Braunkohlen, Torf, Harz und dergleichen verfälscht, so tritt beim Schütteln mit Schwefelsäure eine Temperaturerhöhung des Gemisches um 20 bis 50° ein. Beim Mischen eines solchen Petroleums mit Wasser scheidet sich ersteres nur langsam ab, wobei es häufig auch gefärbt und unrein erscheint.

Beim reinen Petroleum dagegen beträgt die Temperatursteigerung höchstens 5° und die Scheidung bei Wasserzusatz erfolgt sehr rasch.

Ebenso muß sich die Schwefelsäure von 1,53 specif. Gew. gegen Schmieröle verhalten. Sie darf beim Schütteln mit gleichen Volumina des Oeles nicht sehr dunkel gefärbt werden. Eine bedeutende Temperaturerhöhung deutet auch auf die Gegenwart von sauerstoffhaltigen Beimengungen.

Säuregehalt.

Da bei der Raffination die Leucht- und Schmieröle mit concentrirter Schwefelsäure behandelt werden, die dann durch Waschen mit Laugen und Nachwaschen mit Wasser ganz entfernt wird, so müssen die Oele ganz säurefrei sein. Bleibt aber in Folge nicht genügender Reinigung etwas Schwefelsäure zurück, dann brennt das Leuchtöl schlecht und entwickelt gesundheitsschädliche Dämpfe, die schweflige Säure enthalten. Schmieröle, die freie Säure enthalten, greifen die Lagermetalle an und wirken allmälig zerstörend auf dieselben.

Zum Nachweis der Säure schüttelt man das Oel mit Wasser aus, trennt letzteres vom ersteren und versetzt es mit Baryumchloridlösung. Bei Anwesenheit von Schwefelsäure entsteht eine weiße Trübung oder Fällung. Statt mit Wasser schüttelt man besser mit einer verdünnten, reinen Natriumcarbonatlösung, säuert nach Trennung von dem Oele mit Salzsäure an und versetzt mit Baryumchloridlösung.

Am einfachsten werden aber die Schmieröle qualitativ in der Weise auf Säure geprüft, daß man einige Tropfen des Oeles in kleine Vertiefungen (Näpfchen) einer Messing- oder Kupferplatte eingießt und letztere während einiger Stunden auf 50 bis 60° erwärmt. Ist das Oel sauer, so zeigt sich ein grüner Schimmer, der namentlich am Oelrande sichtbar wird. Erhitzt man ein Oel längere Zeit auf die beschriebene Weise, so kann man an dem Grade der immer stärker werdenden Grünfärbung die Tendenz des Oeles zur Säuerung erkennen.

Durch Schütteln mit Methylorangelösung (1 : 1000) lassen sich die geringsten Spuren von Mineralsäuren nachweisen.

Zur quantitativen Bestimmung des Säuregehaltes löst man 10 ccm Oel in so viel von einer Mischung von 2 Thln. Alkohol und 1 Thl. Aether auf, daß die Flüssigkeit hinreichend entfärbt ist, um die Röthung des als Indicator zugesetzten Phenolphtaleïns erkennen zu lassen. Alsdann wird mit alkoholischer Zehntel-Normalkalilauge bis zur eintretenden Röthung der zugesetzten Phenolphtaleïn-

lösung titrirt. Die verbrauchten Cubikcentimeter Kalilauge entsprechen direct den Burstyn'schen Säuregraden (Cubikcentimeter Normalkali auf 100 ccm Oel). Die Aetheralkoholmischung muß vor Vermischung mit dem Oele mit so viel der Kalilauge versetzt werden, daß zugesetztes Phenolphtaleïn gerade schwache Färbung bewirkt, welch letztere jedoch bei Zusatz des Oeles auch bei minimalstem Säuregehalt wieder verschwindet.

Ist das Oel so dunkel gefärbt, daß man den Eintritt der Rothfärbung beim Titriren mit Kalilauge nicht erkennen kann, so schüttelt man 10 ccm des Oeles mit 100 ccm Mischung gleicher Theile Wasser und Alkohol aus, hebt von der alkoholisch-wässerigen Schicht 50 ccm heraus und bestimmt darin den Säuregehalt in oben beschriebener Weise. Die gefundenen Cubikcentimeter sind dann nur noch mit 2 zu multipliciren.

Durch Ausschütteln der Oele mit wässerigem Weingeist (1 : 1) kann man auch die in denselben von der Raffination zurückgebliebene Schwefelsäure bestimmen. Man fällt aus einem Theile der alkoholisch-wässerigen Schicht nach Verjagen des Weingeistes und Ansäuern mit Salzsäure die Schwefelsäure durch Chlorbaryum aus und wägt sie als schwefelsauren Baryt.

Die Anwesenheit von organischen Carbon- und Sulfonsäuren [1]) in den Mineralölen läßt sich in der Weise bestimmen, daß man die letzteren mit Natronlauge vom specif. Gew. 1,2 schüttelt, die letztere gut absetzen läßt, sie vom Oele trennt, und hierauf die Lauge mit Salz- oder Schwefelsäure ansäuert. Sobald sich beim Ansäuern Flocken ausscheiden, oder oft nur eine starke Trübung entsteht, ist es zweifellos, daß die Oele diese Säuren enthalten.

Bestimmung der Mineralsalze, resp. der festen Beimengungen.

Beimengungen von Eisen-, Kalk- und Magnesiumsalzen werden in nachfolgender Weise festgestellt.

Man destillirt 100 oder mehr Cubikcentimeter des Leucht- oder Schmieröles bis auf etwa 20 ccm ab, raucht diese dann in einer gewogenen Porcellanschale ab und glüht und wägt den Rückstand. Man erhält auf diese Weise den gesammten festen Rückstand. Dieser wird dann in verdünnter Salzsäure gelöst und in gewöhnlicher Weise auf die Bestandtheile untersucht.

Ermittelung des Paraffins.

Diese wird am besten mit der Destillationsprobe bei den Schmierölen verbunden, indem man letztere in gleicher Weise, wie beim Prüfen des Petroleumrückstandes durchführt, in den Fractionen von ca. 50 zu 50° auffammelt und durch Abkühlung feststellt, welche derselben Paraffin enthalten. Man kann dabei das Paraffin auch quantitativ bestimmen durch Abfiltriren rc. oder nach der Aetheralkoholmethode (siehe bei „Rohöl“).

[1]) Veith: Dingl. polyt. Journ. 277, Heft 12.

Prüfung auf Harzgehalt und Kautschuk.

Manche Schmieröle werden mit Harz und Kautschuk verfälscht, um das specifische Gewicht und die Viscosität derselben zu erhöhen, solche Oele sind an der Luft unbeständig, wirken schädlich auf die Lager und bieten einen größeren Reibungswiderstand.

Zur Prüfung eines Oeles auf Harzgehalt werden einige Cubikcentimeter desselben mit dem zwei- bis dreifachen Volumen Weingeist vom specif. Gew. 0,88 bis 0,90 während einiger Minuten im Reagensglase gekocht und durchgeschüttelt und dann wieder gekühlt. Von der oberen weingeistigen Schicht wird ein Theil abgehoben und mit weingeistiger Bleizuckerlösung versetzt. Ist ein Harz zugegen, so fällt ein dicker, flockiger bis käsiger Niederschlag, im anderen Falle ist nur eine milchige Trübung zu bemerken.

Prüfung auf Harzöl.

Eine solche ist mit Rücksicht auf den billigen Preis und die Geringwerthigkeit des Harzöles als Schmieröl nothwendig.

Als beste Methode empfiehlt sich die von Valenta[1]), welche auf der Drehung des polarisirten Lichtstrahles durch Harzöl und der optisch inactiven Eigenschaft des Mineralöles beruht. Man bringt das zu untersuchende Oel in einen Polarisationsapparat, der Färbung des Oeles wegen am besten in einen Mitscherlich'schen oder aber einen Schmidt und Hänsch'schen Halbschattenapparat und beobachtet, ob sich eine Rechtsdrehung zeigt oder nicht. Im ersteren Falle ist Harzöl zugegen. Ist das Oel gefärbt, so verdünnt man es mit Petroleumäther, um es heller zu machen, oder man behandelt es mit Entfärbungspulver (Rückstand aus Blutlaugensalzfabriken).

Wenn auch durch diese Methode das Harzöl quantitativ nicht genau festzustellen ist, so kann man doch annähernd seinen Gehalt im Mineralöle ermitteln, was für die meisten Fälle genügt.

Qualitativ läßt sich das Harzöl auch nach der Hübl'schen Methode[2]) durch Titration mit einer Jodlösung nachweisen. Man versetzt ca. 0,5 g des Oeles mit 10 g oder etwas mehr Chloroform und einem Ueberschuß einer Jodlösung (25 g Jod und 30 g Quecksilberchlorid in 1 Liter fuselfreien Alkohols gelöst). Ist die Flüssigkeit nach zwei Stunden durch Jod noch braun gefärbt, so wird der Ueberschuß von letzterem nach Versetzen der Lösung mit 10 bis 15 g Jodkaliumlösung (1 : 10) und Verdünnen mit 150 ccm Wasser mit Natronlauge unter schließlichem Zusatz von Stärkekleister zurücktitrirt. Die per 100 Theile Oel verbrauchten Theile Jod nennt man die „Jodzahl“. Da die Jodzahl des Harzöles erheblich größer ist, als die des Mineralöles (100 g Harzöl absorbiren nach Valenta 43 bis 48 g, 100 g Mineralöl selten mehr als 14 g Jod), so

[1]) Dingl. polyt. Journ. 253, 420. — [2]) Ebendaselbst 253, 281.

kann man aus der gefundenen Jodmenge auf die An- oder Abwesenheit von Harzöl in Mineralölen schließen. Bei der Verschiedenheit dieser Jodzahl für einzelne Mineralöle und Harzöle eignet sie sich jedoch auch nicht für genauere quantitative Bestimmung.

Nach Valenta[1]) läßt sich auch Eisessig benutzen, um Harzöl in Mineralölen nachzuweisen, welche letztere darin viel schwerer löslich sind als Harzöl (10 g Eisessig von 1,0562 specif. Gew. lösen bei 50° höchstens 0,68 g Mineralöl, dagegen 1,78 bis 2 g Harzöl auf).

2 g des zu prüfenden Oeles werden mit 10 ccm Eisessig versetzt und fünf Minuten unter Umschütteln im Wasserbade erwärmt. Man filtrirt durch ein leicht angefeuchtetes Filter und bestimmt in einem abgewogenen Theile des Filtrates den Eisessig durch Titration mit Natronlauge, um dann aus der Gewichtsdifferenz zwischen Gesammtlösung und Eisessig die Menge des gelösten Oeles zu berechnen.

Demsky und Morawski[2]) bedienen sich zum Nachweise des Harzöles in Mineralölen der leichteren Löslichkeit des ersteren in Aceton.

50 ccm des Oeles werden mit 50 ccm Aceton geschüttelt, absetzen gelassen, von der Acetonschicht 10 ccm genommen und verdunstet. Der Rückstand wird gewogen und das specifische Gewicht desselben bestimmt.

Sodann wird noch diejenige Menge Harzöl bestimmt, welche zugesetzt werden muß, damit sich das Oel gerade in seinem halben Volumen Aceton auflöst. Demsky und Morawski haben Versuche mit Mischungen von Mineralölen verschiedenen Ursprungs mit raffinirtem Harzöl ausgeführt und tabellarisch die Resultate geordnet.

Aus diesen Untersuchungen ist hervorzuheben, daß, wenn im kaukasischen Oel der Harzgehalt 50 Proc. übersteigt, im amerikanischen und galizischen circa 35 Proc., vollständige Lösung des Oeles in 1/2 Vol. Aceton stattfindet. Ist Harzöl vollständig abwesend, was mittelst des Polarisationsapparates nachzuweisen ist, so kann mittelst der Acetonmethode auch eine annähernde Bestimmung der Provenienz des Mineralöles gemacht werden. Auch wollen die Verfasser aus der Menge des bis zur vollständigen Lösung nothwendigen Harzöles unter Zuhülfenahme der Polarisation annähernd berechnen, welchen Ursprunges das in der Mischung vorhandene Mineralöl ist.

Nimmt man jedoch das verschiedene Drehungsvermögen der Harzöle verschiedenen Ursprunges und verschiedenen Grades der Reinigung in Rücksicht, so dürfte letztere Bestimmung eine sehr unsichere sein.

Nach Mittheilungen des Verfassers[3]) wurde in den letzten Jahren ein Brennöl in den Handel gebracht, welches leicht entzündbar ist, einen unangenehmen, fuselartigen Geruch hat, beim Brennen stark rußt, aber den Vorzug großer Billigkeit besitzt. Nach näheren Untersuchungen stellte es sich heraus, daß dieses Oel mit 20 bis 30 Proc. Fuselölen gefälscht war, welche letzteren dasselbe specifische Gewicht besitzen, wie die Erdöle. Diese Oele werden aus dem Nachlaufe

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 253, 418. — [2]) Ebendaselbst 258, 82. — [3]) Ebendaselbst 1887, 265, 45.

in den Spiritusfabriken hergestellt und von den Händlern angekauft, die sich den Vortheil nicht entgehen lassen, dem Petroleum ein, in Oesterreich-Ungarn steuerfreies Oel beizumischen, welches, wie gesagt, nahezu dasselbe specifische Gewicht hat wie jenes.

Kältebeständigkeit.

Es ist von großer Wichtigkeit, daß Oele, welche in den Schmierbüchsen der freien Luft ausgesetzt sind, bevor sie auf die Achse kommen, durch Abkühlung nicht so dick oder gar fest werden, daß sie in den Zufuhrcanälen, Dochten ꝛc. stecken bleiben. Es ist daher nothwendig, bei Anwendung der Oele für Eisenbahnen oder für im Freien arbeitende Maschinen ꝛc. das Verhalten derselben beim Abkühlen kennen zu lernen. Man bedient sich hierzu eines gewöhnlichen Reagensglases, in welches man das Oel 5 bis 8 cm hoch einfüllt, und das man dann in eine Kältemischung einstellt, um mittelst eines mit losem Kork eingesetzten Thermometers das Dickwerden (Schmalz-, Butter-, Talgconsistenz) und das völlige Erstarren zu beobachten.

Hoffmeister empfiehlt zur genauen Bestimmung des Stockpunktes von Mineralschmierölen, die von ihm ausgearbeitete Methode. Er bringt das Oel nach einander in verschiedene bei ihrem Gefrierpunkte gesättigte Salzlösungen, welche man durch eine Kältemischung von Eis und Kochsalz zum theilweisen Gefrieren bringt. Die Oelprobe wird jedesmal aus der Lösung von höherem Gefrierpunkte in diejenige von niederem gebracht, um eine Ueberkältung zu vermeiden (Mittheilungen a. d. k. techn. Versuchsanstalten. Berlin 1889, S. 24).

Die amerikanischen Schmieröle werden meist schon bei 0° oder weniger unter 0° fest, während die Bakuöle bis auf — 10°, ja sogar bis — 20° und darunter abgekühlt werden müssen, um völlig zu erstarren. (Neueste Methode zur Bestimmung der Kältebeständigkeit siehe „Nachtrag“.)

Gehalt an fetten Oelen und Fetten.

Dieser wird am besten mittelst der sehr guten Lux'schen Reaction [1]), Erwärmung des Oeles mit etwas Natronhydrat oder Natriummetall, erkannt. Zur Nachweisung größerer Mengen (über 10 Proc.) Fettöl fügt man ca. 5 ccm des in einem Reagensgläschen befindlichen Oeles ein Stückchen Natronhydrat und erhitzt direct über der Flamme ca. 1 bis 2 Minuten lang zum Sieden. Bei Anwesenheit von Fettöl tritt schon bei schwachem Erkalten Erstarren des Ganzen ein. Um ganz geringe Mengen Fettöl nachzuweisen, erwärmt man 2 bis 3 ccm des in einem Reagensgläschen befindlichen Oeles mit etwas blankem Natriummetall mittelst Paraffinbades 15 Minuten lang auf 200 bis 210°. Enthält das Mineralöl nur 2 Proc. Fettöl, so erstarrt es nach dem Erkalten zu einer Gallerte. In manchen Oelen läßt sich 1/4 bis 1/2 Proc. fettes Oel nach der Methode von Lux nachweisen.

---

[1]) Zeitschr. f. analyt. Chem. 24, 357.

Zur quantitativen Bestimmung von Fett und fetten Oelen im Mineralöl werden je nach Ausfall der qualitativen Probe 5 oder 10 g des Oeles mit 50 bezw. 100 ccm alkoholischer Normalkalilauge circa eine halbe Stunde lang am Rückflußkühler auf dem Wasserbade erhitzt. Unter wiederholtem Schütteln bildet sich eine milchige Flüssigkeit, die man mit Phenolphtaleïn roth färbt, um darin das noch vorhandene freie Alkali mit Normalsäure zurückzutitriren.

Prüfung auf Kreosot, Carbolsäure und verwandte Substanzen.

Zur Prüfung des Kreosotgehaltes werden gewöhnlich bestimmte Volumina des Oeles mit Natronlauge geschüttelt und die Volumverminderung bestimmt, welche es in Folge der Abgabe der Kreosote ꝛc. erleidet. Man wendet hierfür graduirte Cylinder an, durch welche die Volumprocente direct abgelesen werden. Die Lauge nimmt man gewöhnlich vom specif. Gew. 1,35 bis 1,40.

Brenken führt die Reaction mit Natronlauge in folgender Weise aus: In ein graduirtes-Reagensröhrchen füllt man ca. 5 ccm Natronlauge von 1,4 specif. Gewicht, giebt 10 ccm Oel hinzu, schüttelt stark, setzt das Röhrchen in ein Wasserbad und erhitzt. Nach einigen Minuten, jedenfalls aber beim Sieden des Wassers, muß die ganze Menge der zugesetzten Natronlauge sich klar wieder abscheiden. Die heiße Flüssigkeit wird nun ein zweites Mal geschüttelt und im Wasserbade wieder ruhig stehen gelassen, worauf sich die Natronlauge wie das erste Mal klar und ohne Volumverminderung abscheiden muß. Die Reaction gelingt nur gut, wenn das Probirröhrchen mit kleiner Spur fettiger Substanz behaftet ist. Findet man hierbei Kreosot, Carbolsäure oder verwandte Substanzen, so sind dieselben entweder in Folge nicht genügender Reinigung noch beigemischt, oder aber absichtlich zugesetzt.

Die Anwesenheit von schweren Steinkohlentheerölen in Mineralölen läßt sich nach Brenken beim Vermischen gleicher Volumina Oel und Salpetersäure vom specif. Gew. 1,45 daran erkennen, daß bei Anwesenheit derselben eine sehr starke Reaction und Erwärmung eintritt, doch verhalten sich auch reine Oele verschiedener Abstammung dabei sehr verschieden.

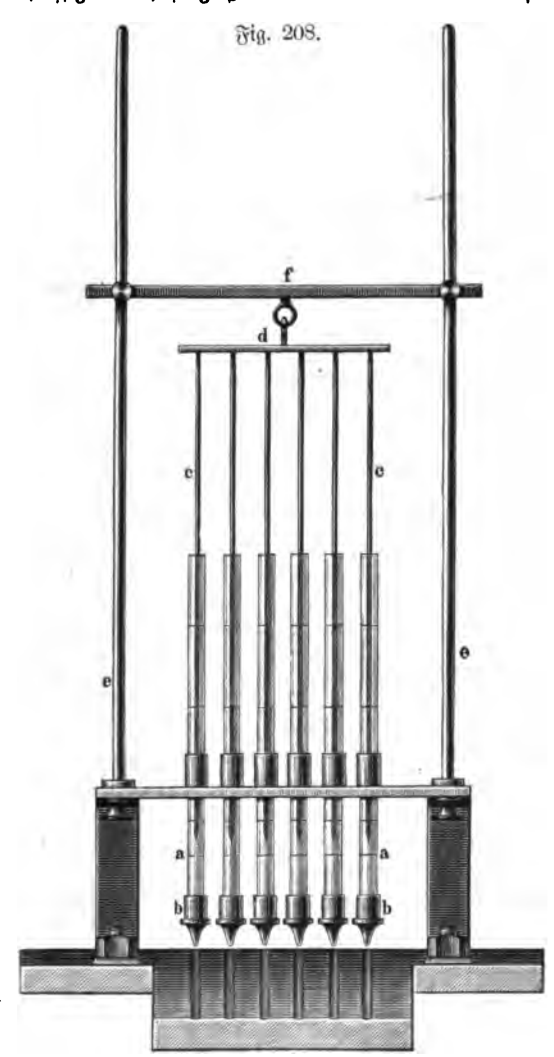
Prüfung auf Beständigkeit.

Von großer Wichtigkeit ist es, daß die Schmieröle ihre Consistenz nicht verändern, an der Luft nicht rasch dickflüssig werden. Letztere Eigenschaft zeigen insbesondere die Harzöle oder Mineralöle, die mit Harz versetzt sind. Auf diese Eigenschaft, an der Luft sich zu verdicken und zu verharzen, prüft Nasmith[1]) nach folgender Methode. Eine 6 Fuß lange und 4 Zoll breite Eisenplatte, auf deren Oberfläche sechs gleich große, der Länge nach gehende Rinnen ausgehobelt sind, wird in geneigter Lage mit einem Gefälle von etwa 1 Zoll auf 6 Fuß aufgestellt und in folgender Weise benutzt: Angenommen, man habe sechs verschiedene Oelsorten zu prüfen und wünsche zu erfahren, welche von den-

[1]) Polyt. Centralbl. 1851, S. 162.

selben am längsten unter Einwirkung der Luft und in Berührung mit dem Eisen flüssig bleibt, so gießt man am oberen Ende der Platte in jede Rinne eine gleich große Quantität je eines dieser Oele und zwar gleichzeitig ein. Die Oele beginnen nun gleichzeitig ihren Lauf auf der Platte abwärts; eins hat am ersten Tage einen Vorsprung, ein anderes am zweiten oder dritten Tage; mit dem fünften Tage stellt sich gewöhnlich das richtige Resultat heraus. Die schlechten Oele, wenn sie auch anfangs gut liefen, kommen bald zum Stillstand, während die guten ihren Lauf fortsetzen und erst nach allmäliger Gerinnung still stehen; nach Verlauf von 8 oder 10 Tagen bleibt kein Zweifel mehr, welches Oel dem anderen vorausgeeilt ist. Um in den Rinnen gleichzeitig gleiche Mengen der zu untersuchenden Oele laufen zu lassen, bedient sich Albrecht[1]) des in Fig. 208 abgebildeten Apparates. Ein Gestell, welches auf den seitlichen Ansätzen der Platte befestigt ist, trägt sechs calibrirte Glasröhrchen *a a*, die genau central über den sechs Rinnen stehen. Das untere Ende der Glasröhrchen ist in eine Messinghülse *b* mit conischem Ausfluß und möglichst enger Ausflußöffnung eingekittet. Diese Ausflußöffnungen werden geschlossen durch dünne, unten zugespitzte Messingdrähte *c*, welche an ihrem oberen Ende durch einen gemeinschaftlichen Querstab *d* mit einander verbunden sind. In der Mitte dieses Querstabes ist ein Haken angebracht, der in die Oese eines über dem Querstabe

Fig. 208.



1) Max Albrecht: „Die Schmiermittel." Riga 1879, S. 18.

befindlichen, in den Stäben *ee* durch Schrauben in einer Höhe verschiebbaren Steges *f* eingehängt werden kann. Beim Füllen ist das System der Drähte ausgehängt und letztere verschließen die Ausflußöffnungen der Glasröhrchen. Nachdem die Oele durch ein in eine feine Spitze ausgezogenes Glasrohr bis zu einer bestimmten Marke, bei den gezeichneten Größenverhältnissen bis zur untersten, eingefüllt worden sind, hebt man die Drähte langsam aus, hakt sie im Bügel *f* ein und hat auf diese Weise eine gleichzeitige Speisung der Rinnen mit gleichen Mengen Oel bewirkt.

Da in der Wärme die verharzende Eigenschaft der Oele erheblich stärker ist, prüft man am einfachsten in der Art, daß man einige Tropfen des Oeles auf einer Glasplatte ganz dünn ausstreicht, und letztere im Luftbade einige Tage auf 60° erwärmt. Je nach Verharzbarkeit des Oeles wird früher oder später ein Festwerden zu bemerken sein.

Unterscheidung mineralischer Schmieröle verschiedener Abstammung.

Es ist sehr schwer, die sicheren Merkmale von Oelen verschiedener Provenienz festzustellen. Für amerikanisches und kaukasisches Mineralschmieröl können die folgenden Unterschiede als Grundlage genommen werden: 1. Beim Abkühlen scheiden die amerikanischen schon bei 0° oder wenig darunter Paraffin aus und werden fest; die kaukasischen zeigen keine Paraffinausscheidungen, nehmen unter 0° nur allmälig Schmalz-, dann Butter-, zuletzt Talgconsistenz an.

Wenn diese Probe Zweifel hervorruft, so ist es auch zweckmäßig, eine fractionirte Destillation auszuführen und die Fractionen von 25 zu 25° abzukühlen, wobei bei den amerikanischen Oelen Paraffinausscheidungen zu beobachten sind. Wie die amerikanischen, verhalten sich auch meistens die galizischen, die Pechelbronner Springquellenöle, Oele aus dem schottischen Schiefer und der sächsischen Schweelkohle, während die Oelheimer Oele und die Pechelbronner Grubenöle mehr mit dem kaukasischen übereinstimmen. 2. Das specifische Gewicht gleich siedender Fractionen ist beim kaukasischen höher als beim amerikanischen, und endlich 3. kann die Lichtbrechung zur Unterscheidung der schwereren Mineralöle verschiedenen Ursprungs benutzt werden, wie die folgenden von Engler mittelst eines Abbe'schen Refractometers festgestellten Brechungsindices einzelner Fractionen ergeben:

Art des Erdöles	Brechungsindex	
	Fractionen 240 bis 260°	Fractionen 290 bis 310°
Pennsylvanien	1,459	1,468
Elsaß (Pechelbronn)	1,459	1,467
Kaukasus	1,472	1,484
Oelheim	1,473	1,485

Die Unterscheidung dagegen durch Jodabsorption und das Verhalten gegen Salpetersäure hat sich als unzuverlässig erwiesen.

Siebentes Capitel.

Verwendung und Eigenschaften des Erdöles.

Im Rahmen dieses Capitels soll die Verwerthung des Erdöles und der Erdölproducte eingehend besprochen werden, und zwar in systematischer Aufeinanderfolge zunächst die, wenn auch nur geringfügige Verwendung des Roherdöles, insoweit man es zu Heiz- und medicinischen Zwecken gebraucht, woran sich dann die Verwendung der zahlreichen Fractionsproducte, geordnet nach ihrem specifischen Gewichte und entsprechend ihrer Bedeutung, reihen wird.

Das rohe Erdöl[1]).

Das Roherdöl nimmt als Heizmaterial einen untergeordneten Rang ein, und nur das zur Erzeugung von Leucht- oder Schmieröl ungeeignete wird auf diese Weise verwerthet. In der Nähe der Productionsstätten, wo das Rohöl in solchen Mengen vorkommt, daß es anderen Heizmaterialien Concurrenz zu bieten vermag, findet es die nämliche Verwendung. Für metallurgische Zwecke, gleichfalls als Ersatz für Kohle, steht es manchen Ortes mit Vortheil in Gebrauch. Die Verfahren von Ambler, Dickerton und Whipple, dann der Camesproceß, welch letzterer von den Professoren H. Wurtz und Thurston eingehend studirt wurde, sollen mit besonderem Erfolg in den Eisenwerken von Pennsylvanien, Titusville &c. ausgeübt werden[2]).

Die Verwendung des Roherdöles zu medicinischen Zwecken reicht in die ältesten Zeiten zurück. Plinius und Vitruvius erwähnen dieselbe. In Italien entdeckte Franz Ariost im Jahre 1416 im Herzogthum Modena ein Bergöl, welches er zu Heilzwecken für Menschen und Thiere gebrauchte. In Amerika verwendeten es die Senecaindianer äußerlich. Die therapeutische Wirkung des Roherdöles galt in den älteren Zeiten als geradezu fabelhaft. Unleugbar ist noch heute seine heilsame Wirkung bei gewissen äußerlichen Leiden und Muskelrheumatismen.

---

[1]) Die Verwendung des rohen Erdöles zum Betriebe von Motoren ist weiter unten besprochen. — [2]) Peckham: „Rep. Prod. Techn. Petr.“, p. 250.

Die Erdölproducte.

Viel wichtiger ist die Verwerthung einer ganzen Reihe von Producten, welche aus dem Roherdöl durch Destillation gewonnen werden. Aus den primitiven Anfängen einer Nutzbarmachung des Roherdöles als solches hat sich allmälig, theilweise bedingt durch die Ansprüche des Consums, theilweise beeinflußt durch die Concurrenz, eine Industrie des Erdöles entwickelt, welche allen Bestandtheilen derselben Verwendung und Verwerthung sichert.

Trotzdem diese Industrie als eine hochentwickelte zu bezeichnen ist, kann heute noch von einer vortheilhaften Ausnutzung aller Producte nicht gesprochen werden. So die Reihe der Mittelöle, die sich zwischen den eigentlichen Beleuchtungsölen und den Schmierölen befinden; ihre Verwendung ist noch eine ganz unvortheilhafte, indem sie bald zu Heiz-, bald zu Mischzwecken, oft auch zur Erzeugung von Oelgas verwendet werden müssen. Die im Handel vorkommenden Erdölproducte tragen je nach dem specifischen Gewichte auch verschiedene Benennungen.

Nach H. Höfer finden sie die nachfolgende Eintheilung:

Die flüchtigen Oele (leichte Essenzen).

		Specifisches Gewicht
1.	Petroleumäther (Keroselen, Rhygolen, Sherwoodöl) . .	0,650 bis 0,660
2.	Gasolin (Gasolen, Canadaöl)	0,660 „ 0,680
3.	C-Petroleumnaphta (Petroleumbenzin, Fleckwasser, Safetyöl, Danforthöl)	0,670 „ 0,707
4.	B-Petroleumnaphta (Ligroïne)	0,707 „ 0,722
5.	A-Petroleumnaphta (Putzöl)	0,722 „ 0,737

Die Brennöle.

		Specifisches Gewicht
1.	Kaiseröl	0,780 bis 0,800
2.	Leuchtöl I (amerikanisches)	0,800 „ 0,810
3.	Leuchtöl II (russisches)	0,820 „ 0,825
4.	Standard white	0,808 „ 0,812
5.	Prime white	0,800 „ 0,806
6.	Astralin	0,850 „ 0,860

Die Schweröle.

1.	Solaröle	0,860 bis 0,880
2.	Mischöle	0,880 „ 0,890
3.	Spindelöl I	0,895 „ 0,900
4.	Spindelöl II	0,900 „ 0,906
5.	Maschinenöl I	0,906 „ 0,910
6.	Maschinenöl II	0,910 „ 0,915
7.	Cylinderöle, hell	0,915 „ 0,920
8.	Cylinderöle, dunkel	0,920 „ 0,950
9.	Vulcanöle	0,910 „ 0,960

Außer den hier aufgeführten Producten findet sich im Handel noch eine große Anzahl leichter, mittlerer und schwerer Oele mit eigenen Bezeichnungen, von denen in den speciellen Capiteln die Rede sein wird.

Die flüchtigen Oele (leichte Essenzen).

Die Verwendung der leichtflüchtigen unter 150° siedenden Bestandtheile des Erdöles, die heute noch eine beschränkte ist, dürfte allmälig an Umfang gewinnen, nachdem sie als Ersatz für den Dampf ꝛc. zum Motorenbetrieb verwerthet werden.

Petroleumäther, Keroselen, Rhygolen, auch Sherwoodöl genannt, ist der leichtflüchtigste Bestandtheil des Erdöles. Er hat, amerikanischen Ursprungs, das specifische Gewicht 0,630 bis 0,650, aus galizischen Roherdölen ist er specifisch schwerer erhältlich und werden Fractionen desselben mit dem specif. Gewichte 0,650 bis 0,660 auf den Markt gebracht. Leichtflüchtig, ist er durch den stärkeren Geruch charakterisirt, der, des verlustreichen Raffinirens wegen, selten entfernt wird. Größere Anwendung fand der Petroleumäther in der Chirurgie zur Hervorrufung localer Anästhesie; heute wird er hierzu fast gar nicht gebraucht, und ebenso gering ist seine Verwendung zur Eisbereitung. In der Technik findet er nur Anwendung als Lösungs- und als Trennungsmittel für gewisse organische Präparate. Nach einem Verfahren von A. F. Bang und M. Ch. Ruffin (D. R.-P., 6. Cl., Nr. 30 902) soll er auch zur Entfuselung des Rohspiritus angewendet werden können durch seine Eigenschaft, das Fuselöl und Aldehyd zu lösen, dagegen im Alkohol unlöslich zu sein.

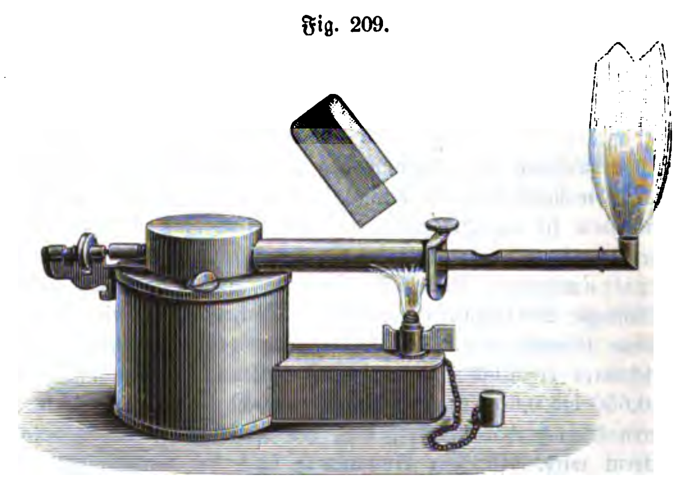
Gasolin (Gasolen, Canadol, Petroleumbenzin), vom specif. Gew. 0,660 bis 0,680, siedet zwischen 50 bis 70°. Es ist eine leicht bewegliche, farblose Flüssigkeit, gleichfalls leichtflüchtig, wird es zur Carburirung von Luft und Leuchtgas verwendet und dient zum Betriebe von Gas- resp. Gasolinmaschinen und auch zu Beleuchtungszwecken, sowie als Sengmittel für Leinwand ꝛc.

Speciell in Frankreich und England ist die Verwendung von Gasolin und Benzin vom specif. Gew. 0,700 bis 0,710 (amerikanischen Ursprungs) als Beleuchtungsmaterial eine sehr verbreitete. Die Beleuchtung eignet sich besonders für kleinere Ortschaften, Bahnhöfe, Privatgebäude ꝛc. Das Gasolinlicht, auch transportables Gas genannt, übertrifft das Steinkohlengas an Leuchtkraft und brennt rauch- und geruchlos.

Die gebräuchlichsten Beleuchtungsapparate beruhen auf dem einfachen Principe, daß man eine Luftschicht über Gasolin, durch sogenannte Carburateure, streichen läßt; die Luft schwängert sich hierdurch mit Gasolin und kann ohne Weiteres, nachdem sie in einem Gasometer aufgefangen wird, zu Leuchtzwecken verwendet werden. In den Figuren 209 bis 212, a. f. S., sind die gebräuchlichsten Lampenformen mit Gasolin als Beleuchtungsmaterial ersichtlich, deren Recipienten dicht schließen müssen, sie enthalten aufsaugfähige Körper ꝛc., die das Benzin aufnehmen und den Docht speisen. Der Consum beträgt ca. 7 g pro Kerze und Stunde.

Bei den eigentlichen Gasgeneratoren ist die Einrichtung getroffen, daß sich Gas nur im Momente des Gebrauches bildet, indem nämlich, entsprechend

Fig. 209.



dem Consum, gleiche Mengen Luft angesaugt werden, die sich jeweilig mit dem Gasolin sättigen.

Ein sehr verbreiteter Apparat ist der von Faignot. Er besteht aus drei Hauptbestandtheilen: 1. aus einem Saugapparat, welcher nach Art einer Saug-

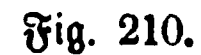


Fig. 210.

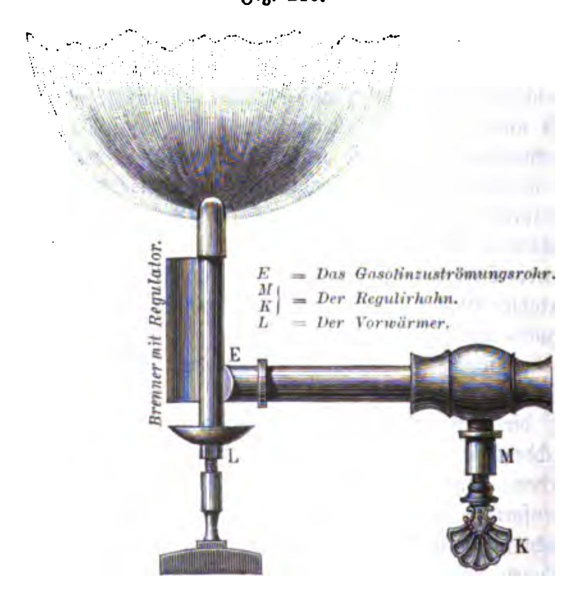
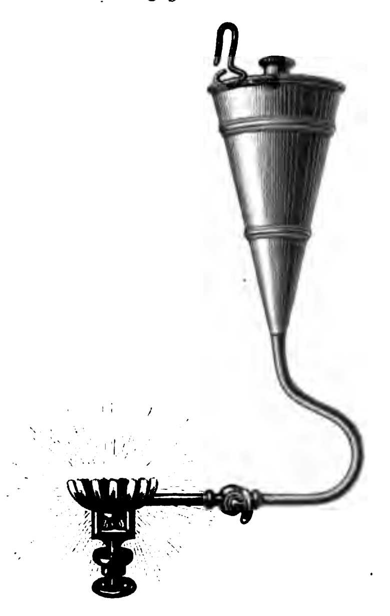


Fig. 211.



pumpe arbeitet; 2. aus einer Glocke, welche dazu dient, die Luft aufzubewahren; 3. aus einem oder mehreren Caburateurs. Die Functionirung des Apparates ist folgende: Das Gasolin wird in die Carburateurs gefüllt. Der Saugapparat, der aus einem Ventilator besteht, drückt die Luft in die Glocke, wo dieselbe mit einem Ueberdruck von 30 bis 40 mm durch die Carburateurs streicht, sich mit Gasolin sättigt und dann zum Verbrauch verwendet wird. Die Carburateurs,

Fig. 212.



Kasten, die im Inneren mit Filz gedichtet sind, werden durch Scheidewände in mehrere Abtheilungen getheilt, durch welche die Luft zu zirkuliren gezwungen ist.

Von diesem Schema ausgehend, sind die verschiedensten Apparate mit geringen Abänderungen construirt, wie der von Wiesnegg, Maxim ꝛc [1]).

---

[1]) H. St. Maxim (D. R.-P. Nr. 49020 und 50987) wendet im Gasometer einen Schwimmerballon an, der mit der Aenderung der Brennerzahl, Brenndauer ꝛc. den Zufluß von Carburirflüssigkeit und Gas reguliren soll. C. Heyer (D. R.-P. Nr. 53096) will den unangenehmen Geruch mancher Carburirkohlenwasserstoffe mit Wasserstoff entfernen. F. Fischer, Jahresber. d. Chem. Techn. 1890, S. 141.

Die nächstfolgenden Producte sind die C-, B- und A-Naphta.

Mit C-Naphta wird gewöhnlich die zwischen 65 bis 90° siedende Fraction bezeichnet mit dem specif. Gew. 0,670 bis 0,707. Sie findet Anwendung in der Technik zur Extraction von Fetten und Oelen aus Samen, Wolle, Knochen, als Fleckwasser, als Ersatz für Schwefelkohlenstoff, in der Gummifabrikation und zur Trennung von Alkaloiden.

Die B-Naphta, gewöhnlich zwischen den Siedepunkten 80 bis 110° gewonnen, mit dem specif. Gew. 0,707 bis 0,722, im Handel unter dem Namen Ligroïne bekannt, wird gleichfalls als Extractionsmittel in ausgedehntem Maße für Knochenfettextraction und Fleckwasser verwendet und in eigens construirten Ligroïnelampen zur Beleuchtung benutzt. Sie wird gleich wie die zwischen 100 bis 150° siedende A-Naphta als Terpentinölsurrogat zu der Erzeugung von Wachstüchern, Linoleum, Firnissen und Lacken, als Putzöl zur Reinigung von Maschinen und endlich zur Carburirung minderwerthiger Leuchtgassorten verwendet.

Diese Eintheilung und Benennung der verschiedenen unter 150° siedenden Erdölproducte kann im Allgemeinen als gültig bezeichnet werden. Nichtsdestoweniger muß bemerkt werden, daß auf keinem Gebiete der Erdölindustrie eine solche Inconsequenz und Ungleichmäßigkeit der Typen herrscht, als gerade hier, indem manche Fabriken ganz gleichartige Producte unter den verschiedensten Namen, oder umgekehrt die verschiedensten Producte unter demselben Namen in den Handel bringen.

Verwendung des Erdöles und seiner Producte für den Betrieb von Motoren.

Eine mehr und mehr zunehmende Verwendung finden die leicht siedenden Theile des Erdöles, neuerdings auch das rohe Erdöl selbst, zum Betriebe von Motoren. Hauptsächlich gilt dieses für eine Reihe von Kraftmaschinen, die in der Landwirthschaft und im Kleingewerbe in den Wettbewerb mit dem Göpel, der Dampfmaschine ꝛc. treten kann.

Es ist selbstverständlich, daß zu unseren Zeiten die Dampfmaschine dominirt und noch weiter als Betriebskraft dominiren wird, namentlich da, wo es sich um eine constant im Betriebe befindliche große Kraft handelt, und so lange die Kohlenlager auf weite Zeiträume ausreichen, oder von anderen Brennstoffen zur Dampferzeugung verdrängt werden sollten.

Aber bei geringerem und namentlich bei nicht continuirlichem Kraftbedarf, abgesehen von besonderen Umständen, dürfte der Erdölmotor der Dampfmaschine an manchen Orten den Rang ablaufen. Die Dampfmaschine braucht eine voluminöse Kesselanlage zur Dampferzeugung, hohe und kostspielige Rauchschlote, um den kohlenstoffreichen Rauch abzuführen, denn trotz aller Anstrengungen ist es bis heute nicht gelungen, ganz rauchlose, brauchbare Feuerungen herzustellen. Zur Speisung der Dampfkessel sind bedeutende Quantitäten kalk- und salzfreien Wassers nothwendig, dessen Beschaffung oft mit Schwierigkeiten verbunden ist, dessen Reinigung zuweilen kostspielige Proceduren erfordert oder bei Ablagerungen von Kesselstein zu ver-

derbenbringender Kesselexplosion Anlaß giebt. Der Erdölmotor kann momentan in wenigen Minuten, ja Secunden in Gang gebracht werden, ohne vorherige schwierige Arbeit und kann in jedem Locale aufgestellt werden.

Das Betriebsmaterial der Dampfmaschine, die Kohle, bedarf zur Einlagerung größerer Räume, für das Betriebspetroleum genügen ganz bescheidene Plätze, ja einige Blechflaschen. Erwägt man, daß das Petroleum 11 500 Calorien, die Steinkohle dagegen durchschnittlich bloß 7000 Calorien in sich schließt, daß ferner der Erdölmotor per Pferdekraft und Stunde ca. 0,4 kg Petroleum, die Dampfmaschine jedoch durchschnittlich 4 kg Kohle erfordert, so ersieht man, welch einen vollkommenen Standpunkt auch in Bezug auf den Nutzeffect der entwickelten Wärme der Erdölmotor einnimmt, und welche große Raumersparniß damit ausgesprochen wird. Dieser große Nutzeffect und diese bedeutende Raumersparniß ist von ganz besonderer Wichtigkeit für mobile Zwecke, insbesondere für Schiffsmaschinen zu Kriegs- oder Handelszwecken, für Fahrzeuge zu Lande, sowie auch für Locomobilen zu land- und forstwirthschaftlichen Betrieben.

Zu diesen Zwecken eignen sich die Destillationsproducte vortheilhafter als das Roherdöl selbst, weil letzteres durch die Ausscheidung theeriger und coaksiger Rückstände die Maschinentheile verunreinigt.

In den Rahmen dieses Werkes kann es nicht passen, eine eingehende Schilderung und Aufzählung der Motoren und ihrer maschinellen Einrichtung zu geben. Es sei auf die betreffende Literatur [1]) hingewiesen, welche hier nur auszugsweise besprochen werden soll.

S. Marcus in Wien benutzt für den Betrieb des von ihm construirten Motors leichte Kohlenwasserstoffe (unter 150° C. siedend). Der Motor hat den Hauptvorzug, daß er den verschiedensten Anforderungen der Industrie ohne Schwierigkeiten angepaßt werden kann. (Die Firma Märky, Bromovsky und Schulz, Maschinenfabrik in Prag, Königgrätz und Adamsthal besitzt das alleinige Ausführungsrecht für Oesterreich-Ungarn.) Die Eigenartigkeit desselben gipfelt in drei Hauptfactoren und zwar:

1. In der Anordnung eines eigenthümlichen Apparates zur Herstellung eines aus Erdöl und Luft sich bildenden dynamischen Gemenges. (Dieser Apparat wird vom Erfinder der „Vaporisator“ genannt.)

2. In der Zündvorrichtung.

3. In der Anwendung eines geschlossenen Cylinders, welcher dem zweifachen Zwecke dient, einerseits zur Aufnahme und Expansion des dynamischen Gemenges, andererseits als Compressionsluftpumpe.

Die Construction der Maschine wird jedoch auch unter Anwendung eines offenen Cylinders durchgeführt, wobei der sogenannte Beau de Rochaz'sche Viertakt zu Grunde gelegt wird.

Bei der ersten Bewegung des Kolbens vom hinteren Cylinderboden aus nach vorn in der Richtung zur Maschinenwelle wird das dynamische Gemenge aus dem Vaporisator angesaugt; bei der zweiten Bewegung, dem zweiten Takt, kehrt der Kolben zum Cylinderboden zurück und komprimirt das dynamische Ge-

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 271, 488, 529.

menge; bei Beginn des dritten Taktes, sobald der Kolben die Bewegung nach vorn antritt, zündet der elektrische Funken, von der Zündvorrichtung mathematisch genau abgegeben, die Gasmischung, durch deren Explosion der Kolben vorwärts getrieben wird und die entwickelte Wärme in Arbeit umsetzt; der vierte Takt endlich bedeutet die Rückkehr des Kolbens zum Cylinderboden und das Ausblasen der verbrannten Gase, welche farb- und geruchlos abgeleitet werden. Wird der Motor als Zweitaktmotor mit beiderseits geschlossenem Cylinder durchgeführt, so erfolgt auf der einen Kolbenseite beim ersten Takt das Ansaugen, die Entzündung und Explosion des dynamischen Gemenges und zugleich auf der anderen Kolbenseite die Compression und Weiterbeförderung der Luft; beim zweiten Takte erfolgt einerseits das Ausblasen der verbrannten Explosionsgase und andererseits das Ansaugen von Luft. Bezüglich der Durchführung der Gesammtconstruction des Motors wird die nachfolgende Darstellung ein klares Verständniß geben.

Das Petroleum, Rohöl, Benzin wird mittelst rotirender Bürsten, welche laut Erfahrung sehr geringer Abnutzung unterliegen, vaporisirt.

Die Bürsten, an der Peripherie von Metallscheiben befestigt, rotiren in einem mit Erdöl theilweise gefüllten Behälter, streifen die aufgenommene Flüssigkeit im oberen Gefäßtheil an mehreren polirten Abstreifern ab und zerstäuben in solcher Weise das Petroleum in ganz minimale Partikelchen, welche von einem den Behälter passirenden Luftstrom aufgenommen werden.

Das so gebildete Gemisch von Luft und Petroleum, dynamisches Gemenge, wird behufs Erzeugung von Triebkraft dem Arbeitscylinder der Maschine zugeführt und daselbst durch die eigenartige elektrische Zündvorrichtung zur Explosion gebracht.

Die Zündvorrichtung besteht aus einem elektrischen Stromerzeuger in Verbindung mit einem automatischen Frictionscontactgeber, welcher aus zwei von einander elektrisch isolirten Theilen gebildet wird, welche im Inneren des Explosionsraumes bald in schleifenden Contact gebracht, bald von einander getrennt werden, wodurch sich ein äußerst kräftiger Zündfunken entwickelt.

Sowohl der Zerstäubungsapparat, als auch der Zündapparat werden durch den Motor selbst mit minimalem Kraftaufwande im Betriebe erhalten.

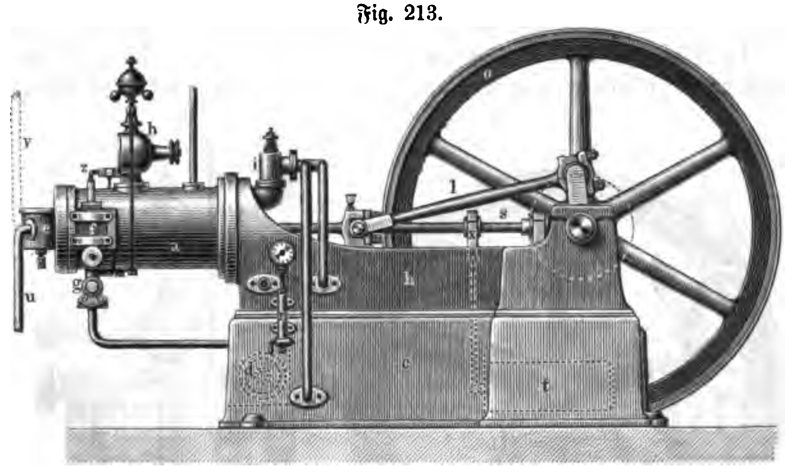
Durch den Vaporisator (Zerstäuber mit Zubehör) wird eine vollkommene Zerstäubung und Verdunstung der Flüssigkeit bewirkt, derselbe arbeitet ökonomisch, seine Manipulation ist sehr einfach; er besitzt keine solchen Theile, welche einer starken Abnutzung oder häufigen Reparaturen unterliegen. In seiner Anwendung auf Explosionsmotoren ermöglicht er eine vollkommen gleichmäßige und verläßliche Knallgasbildung und gestattet es, auch selbst minder flüchtige Substanzen anzuwenden, wodurch der Betrieb des Explosionsmotors billiger wird und eine unabhängige allgemeine Verwendung zuläßt.

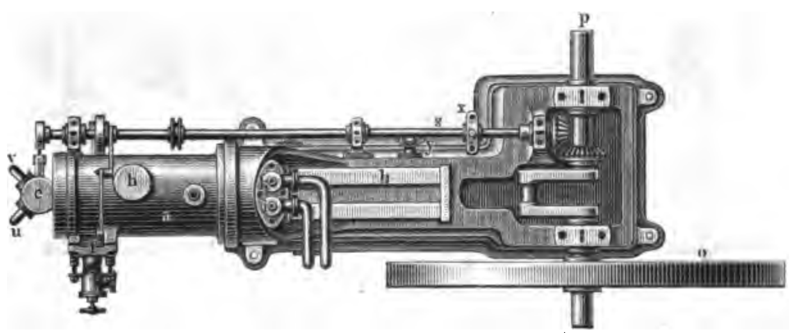
Die Zündvorrichtung ist gegenüber den bisher angewendeten selbst in feuchten Räumen vollkommen verläßlich, gänzlich unabhängig von Schiebermechanismen und nachdem die Funkenbildung nur im Inneren des Explosionsraumes erfolgt, und jede Anwendung von irgend welchen Hülfskammern oder von Ruhmkorff'schen Funkeninductoren vermieden ist, vollkommen feuersicher. Es mag noch hervorgehoben werden, daß sich der Marcusmotor, mit einer Leuchtgasleitung in Verbindung gebracht, als Gasmotor verwenden läßt.

Die eigenartige Zerstäubung des Petroleums, verbunden mit der, einen Theil des Patentes bildenden Ausnutzung der heißen Auspuffgase, gestattet nicht nur die Verwendung der hochflüchtigen Petroleumproducte, sondern auch die Benutzung von relativ schweren Sorten von Erdölen zum Betriebe der Maschine.

Diese Eigenthümlichkeit veranlaßt auch, daß schon bei geringer Drehung des Schwungrades hinreichende Mengen von Betriebsgasen producirt werden, und

Fig. 213.





der Motor durch gleichzeitige Activirung des automatischen Zündapparates sehr leicht und in kürzester Zeit in Betrieb gebracht werden kann.

Die Vaporisirung (Erzeugung des dynamischen Gemisches) hält mit der Rotation des Schwungrades gleichen Schritt und es kann hierdurch die Geschwindigkeit des Kolbenganges, resp. die Zahl der Touren per Minute sehr gesteigert werden.

In Folge der praktischen Anordnung der mechanischen Construction ist die Grenze der Geschwindigkeit der Maschine weit höher, als bei den gewöhnlichen Explosionsmotoren und können kleine Motoren selbst bis ca. 300 Umdrehungen per Minute vollbringen.

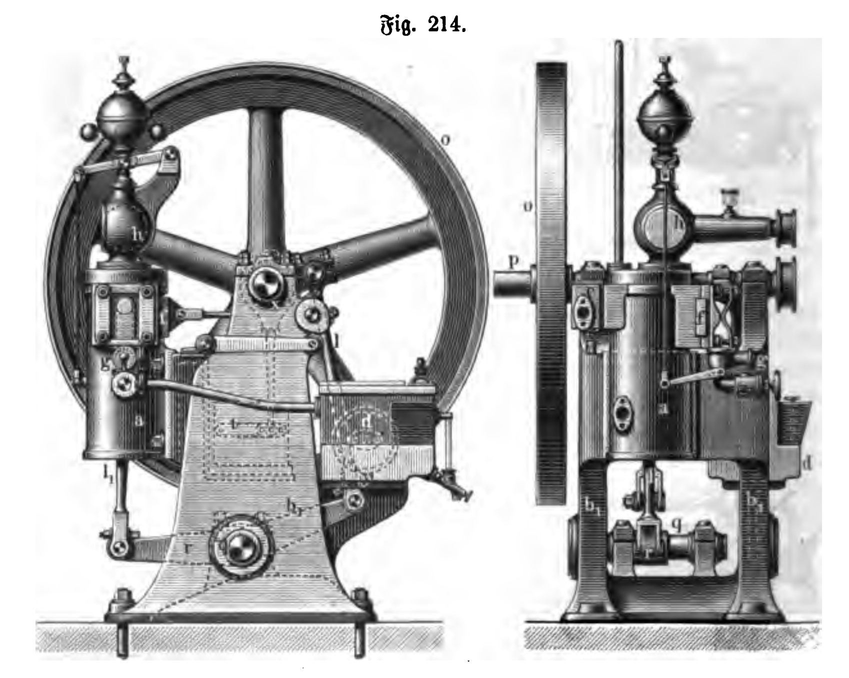
Durch zahlreiche Versuche wurde festgestellt, daß die Pferdekraft, vom Marcusmotor geleistet, durchschnittlich 0,4 kg Erdöl per Stunde verbraucht.

Selbstverständlich wird der Petroleumverbrauch bei großen, starken Maschinen im Allgemeinen geringer, sowie derselbe bei ganz kleinen Motoren von 1 bis $1^1/_2$ Pferdekraft auf 0,5 bis 0,6 kg per Stunde und Pferdekraft steigen kann.

In Fig. 213, a. v. S., ist ein Zweitaktmotor dargestellt, mit horizontal liegendem Cylinder *a*, welcher in diesem Falle ganz geschlossen und mit der vorderen Cylinderseite an die Fraime *b* angeschraubt ist. Die Fraime *b* hat außer den Lagerungen für die Schwungradwelle *p*, der Steuerwelle *s* und der Schlittenführung für den Kreuzkopf noch im Inneren ein Behältniß für die comprimirte Luft.

Die Arbeit des Kolbens wird ähnlich wie bei jeder liegenden Dampfmaschine mittelst der Kolbenstange, mit Kreuzkopf und der Zugstange *l* auf die Schwung-

Fig. 214.



radwelle übertragen. Auf derselben ist das Schwungrad *o* aufgekeilt, welches auf Riemenbetrieb vorgerichtet ist.

Die ganze Maschine ruht auf einem hohl gegossenen Sockel *c*, in dessen Innerem der magnetoelektrische Zündapparat *t* eingebaut ist, und das Petroleumbehältniß mit dem Vaporisator *d*. Der Cylinder ist doppelwandig, behufs Wasserkühlung, und hat seitlich den Schieber *f* mit dem elektrischen Contakt (Funkenerzeuger) und den Einlaßhahn *g* für das dynamische Gemenge und die Luft. Am Cylinder befinden sich das Auspuffventil *v* und Topf *e*, der Regulatorständer *h*, weiter das Lufteinsaugventil *i* und das Compressionsventil *k*; endlich der Compressionshahn *n*, der Excenter *x* mit Hebelbewegung für den magneto-elektrischen Zündapparat und ein Sicherheitsventil *y* am Behälter für die comprimirte Luft.

Fig. 214 ist ein Viertaktmotor und ist *a* der in diesem Falle auf einer Seite

offene Cylinder in stehender Anordnung. Er ist hier auf denjenigen bei den Ständern $b_1 b_1$ befestigt. Die oberen Lager dieser Ständer dienen für die Schwungradwelle p, die unteren für die Balancierwelle q. Die Arbeitsübertragung des Kolbens geschieht bei dieser Anordnung durch einen Balancier r, welcher um die Welle q schwingt, und die zwei Zugstangen l_1 und l auf die Schwungradwelle p, alle anderen Bestandtheile sind wie in Fig. 213.

Auch der Lenoir'sche Motor beruht auf dem Principe der kalten Zerstäubung. Ausführlich beschrieben erscheint eine solche Maschine in der Revue industrielle 1888, p. 93. Bei dieser Maschine sind noch als besondere Einrichtungen Verdichtungskammern zu erwähnen, die, an den Cylinder angeschraubt, die Rolle von Vorwärmern spielen, welche die Temperatur der Gase vor ihrer Entzündung erhöhen, um eine vollkommene Verbrennung möglich zu machen. Es sind an der Maschine drei Vertheilungsventile vorhanden. Das eine setzt den Cylinder mit dem Ventilkasten in Verbindung, durch die beiden anderen bringen die carburirte, sowie die atmosphärische Luft in den Kasten ein. Der Eintritt der Luftarten in den Cylinder erfolgt durch Ansaugen des Kolbens und geht daselbst auch das Vermischen derselben vor sich. Hat die Verdichtung im Cylinder stattgefunden, so entzündet sich das Gasgemenge durch einen elektrischen Funken. Die Maschine verlangt ungefähr 400 g Gasolin für 1 HP und Stunde und leistet bei einer Geschwindigkeit von 200 Touren eine Arbeit von 3 HP.

Die Daimler-Motorengesellschaft Cannstatt erzeugt stationäre Petroleum- richtiger Erdölmotoren für industrielle und gewerbliche Zwecke, sowie für Petroleummotorschraubenboote. Der Motor ist im Wesentlichen eine Gaskraftmaschine, welche das zum Betriebe erforderliche Gas aus dem Erdöl automatisch erzeugt und zum Verbrennen in den Arbeitscylindern bringt. Angewendet werden die niedrig siedenden Erdölfractionen von 0,680 bis 0,700. Das Erdöl befindet sich in einem cylindrischen Messinggefäß, halb gefüllt; durch dieses Erdöl wird atmosphärische Luft hindurchgesaugt, welche sich mit den Kohlenwasserstoffen schwängert resp. sättigt (Princip der Carburateure). Ein Regulirhahn, vor dem Verbrennungsraum, besorgt die Erzeugung eines explosiven Gemisches mit atmosphärischer Luft. Wird kalte Luft carburirt, so nimmt sie mehr Kohlenwasserstoffe auf und muß entsprechend mehr frische Luft hinzugeführt werden. Der Oelverbrauch beträgt durchschnittlich 0,6 Liter pro Stunde und Pferdekraft, da sich die Maschine mit Gas automatisch versorgt, ist jede Explosionsgefahr ausgeschlossen. Die Entzündung der Gase erfolgt durch einen im glühenden Zustande erhaltenen Zündhut, der durch einen einfachen Lampenbrenner bei Inbetriebsetzung angezündet wird. Der Zündhut, aus Metall bestehend, muß stets in guter Rothgluth sein, da dies von wesentlicher Bedeutung für den richtigen Gang der Maschine ist.

Bei dem Apparate von Benz und Comp. in Mannheim, D. R.-P. Nr. 43 638, sind als besonders vortheilhafte Einrichtungen im Gaserzeuger eine Reihe runder Scheiben, welche die schleudernde Bewegung der Erdöldestillate vollständig zurückhalten und nur die mit Dünsten gesättigte Luft in den Cylinder eintreten lassen. Auch ist eine Vorrichtung vorhanden, die verhindert, daß die Entzündung des Explosionsgemenges im Arbeitscylinder sich dem neu eintretenden Gasstrom und der Flüssigkeit selbst mittheilen kann.

Für schwerere Erdöle muß die Verdampfung selbst veranlaßt werden; dieses Ziel soll in den nachfolgend beschriebenen Apparaten vorhanden sein.

Die Maschine von Ad. Altmann und E. Godammer in Berlin, D. R.-P. Nr. 43 801, enthält eine Vorrichtung, durch die das in abgemessenen Mengen zugeführte Erdöl in ein mit einer Flamme stark erhitztes Rohr gespritzt wird, um hier zu verdampfen. Gleichzeitig wird aus einem Seitenrohre Luft zugeführt und das Explosionsgemenge weiter verwendet.

Bei der Maschine der Gebrüder List, D. R.-P. Nr. 42 292, erfolgt die Verdampfung des Erdöles in der Weise, daß die Abgase den Motor umspülen und erhitzen. Das zugepumpte Erdöl wird an die erhitzten Wandflächen angeschleudert, zertheilt sich, verdampft theilweise und wird von der entgegenkommenden und erhitzten Luft mitgerissen und vollends zerstäubt.

Aehnlich eingerichtet ist die Maschine von G. Ragot, D. R.-P. Nr. 45 019.

Der zur Schaffung eigenartiger Gasgemische dienende Gaserzeuger von F. Wintham, D. R.-P. Nr. 41 419, besteht aus einem Verbrennungsraume, welcher von einer Verdampfungskammer umgeben ist. In der letzteren findet die Vergasung des verwendeten Mittels statt. Das erzeugte Gas wird einem Mischraume zugeleitet, wo es mit Luft oder Luft und Wasserdampf gemengt wird, um dann unter Druck auf einen glühenden Rost oder ein Filter geblasen zu werden. Wenn flüssige Kohlenwasserstoffe verwendet werden, wird die Wirkung in diesem Apparate dadurch erzielt und unterhalten, daß man Incandescenz auf oder in dem Rost oder Filter erzeugt. Die aus der Verbrennung sich ergebenden Gase gehen dann unter Druck in eine Maschine, um eine Triebkraft zu bilden. Die nöthige Luft kann durch die aus der Maschine abgehenden Gase oder durch strahlende Wärme erhitzt werden.

Die seitens einiger Berliner Constructeure gemachten Versuche, den Arbeitscylinder der Erdölkraftmaschinen oder wenigstens den Explosionsraum nicht zu kühlen, damit die in demselben durch die Explosionen aufgespeicherte Wärme nutzbringend zur vollständigen Verdampfung des eingeführten Erdöles verwerthet werden könne, daß also der Verdampfer völlig in den Arbeitscylinder hineingelegt werde, hat sich als unpraktisch erwiesen. Der Hauptfehler scheint darin zu liegen, daß ungekühlte Erdölmotoren zu rasch laufen. Gleichzeitig findet eine Selbstentzündung des Gasgemisches statt, die um so frühzeitiger geschieht, je wärmer die Wandungen des Explosionsraumes werden. Hierdurch treten Entzündungen des Gasgemisches unter heftigen Stoßwirkungen zu frühzeitig ein, wobei der Kolben einen arbeitsvernichtenden Gegendruck erhält.

Der Erdölmotor von Dr. M. V. Schiltz[1]) ist durch die Ventilanordnung charakterisirt, die eine Vorwärmung des Zündgemenges ermöglicht. Derselbe arbeitet im Viertakt mit Ansaugen des Gemenges, Compression desselben, Zündung am Ende der Compression und Austreibung der Verbrennungsproducte.

Die Gemengbildung erfolgt in dem den Explosionsraum umgebenden und von letzterem zu erwärmenden Zickzackcanal von großer Verdampfungsfläche. Durch diesen Canal wird vom Arbeitskolben das Volumen des Kolbenhubes Luft

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 271, 308.

durchgesogen und in diesen Canal wird das für jede Arbeitsperiode erforderliche Erdöl von einer kleinen Pumpe genau abgemessen und eingespritzt, wobei das Erdöl vom scharfen Luftzuge zu Nebel zerstäubt, der letztere an die Wände geworfen, von den warmen Wänden verdampft und mit Luft innig gemischt wird. Das Gemenge ist somit fertig, ehe es aus dem Verdampfungsraume durch das Einlaßventil in den Explosionsraum gelangt. Als Zündvorrichtung dient eine gewöhnliche Leuchtölflamme.

F. Wilhelm in Erfurt und J. Hargreaves construirten Motoren, die sich sowohl zur Verwendung von Leuchtgas als auch Erdöl eignen.

In neuerer Zeit [1]) wurden Erdölmotoren in verschiedenen Veränderungen construirt.

Von M. E. Durand in Paris (beschrieben in Armengaud's Publ. industr. **32**, 485) wurde eine Maschine construirt, die mit leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffen betrieben wird. Sie verbraucht per HP und Stunde 0,667 Liter Benzin vom spec. Gew. 0,710.

Weiter seien erwähnt die Maschinen von J. H. Knight und Harfield (beschrieben im Engineer 1889, p. 136), von A. E. Tavernier und L. B. Schlesinger, die Maschine von L. B. Korytynsky (D. R.-P. Nr. 46 128), der Motor der Société des tissages et Ateliers de construction Dieberichs in Burgoïn in Frankreich (D. R.-P. Nr. 52 462), die Maschine von E. Capitaine in Berlin (aus Arts économiques 1889).

Nach dem Compoundprincip arbeitet die Maschine von E. Butler in London (D. R.-P. Nr. 50 036).

Die Maschine von G. W. Weatherhogg in Swinderbury (D. R.-P. Nr. 52 457) arbeitet im Sechstakt und zwar in folgender Weise:

Die gasförmige Mischung wird in den Arbeitscylinder der Maschine mit einer den Atmosphärendruck etwas übersteigenden Spannung eingeführt, so daß beim Entzünden des Gemisches eine ruhige aber schnelle Verbrennung der Ladung entsteht. Beim Laden des Cylinders wird zunächst erhitzte Luft eingeführt und alsdann erst die explosive Gasmischung. Die Luft kann durch eine Ummantelung desjenigen Theiles des Arbeitscylinders, in welchem der Kolben arbeitet, geleitet und von der, durch die Verbrennung des Gases entstandenen Wärme erhitzt werden.

Die Gasmischung wird in der Verbrennungskammer zusammen mit der Luft verdichtet; da indessen die Maschine mit mehr als 300 Umdrehungen in der Minute läuft, so verbleibt das Gas in der Nähe der Zündungsstelle in dem dort befindlichen Luftkörper, so daß sich an den inneren Wandungen des Cylinders keine Feuchtigkeit niederschlägt, vielmehr die ganze Luftmasse mit entsprechender Expansion während des Hubes erhitzt wird.

Die bei der Verbrennung entstandene Wärme wird, so weit sie nicht in Arbeit umgewandelt ist, in der Maschine selbst ausgenutzt, und zwar dient ein Theil zur Anwärmung frischer Luft zur Reinigung des Cylinders und des Zündapparates von den Restproducten der vorhergehenden Explosion, ohne

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. **278**, 1, 49, 97.

Condensation oder zu starker Kühlung der inneren Cylinderflächen; der andere Theil wird zur Anwärmung der nächsten Ladung benutzt.

Man kann die Maschine auch doppeltwirkend anordnen und die Explosion auf beiden Seiten des Kolbens abwechselnd auftreten lassen. Es erfolgen dann bei drei Umdrehungen zwei Explosionen.

In der neuesten Zeit sind Vorrichtungen getroffen worden, vermöge welcher das erzeugte Gas nicht nur zum Betriebe der Maschinen, sondern auch zur Speisung der Heizflammen und Zündflamme dienen kann. Ein solcher Apparat ist von H. Wadzeck [1]) in Berlin (D. R.-P. Nr. 48 637) construirt. Es tritt hier in Folge einer eigenthümlichen Ventilanordnung beim Ansaugen der Maschine ein inniges Mischen des erzeugten Gases mit atmosphärischer Luft in Folge von Gegenströmung ein und hierauf findet ein gleichzeitiger Abschluß des Gases und der Luft statt. In diesem Apparate findet eine Verdampfung der Erdölproducte, zugleich auch eine Vertheilung der erzeugten Dämpfe für die Betriebskraft, sowie zur Heiz- und Zündvorrichtung statt.

Diesem Vergaser von Wadzeck schließen sich andere von Wignard in Hannover (D. R.-P. Nr. 49 102), Ed. Hahn in Frankfurt a. M. (D. R.-P. Nr. 48 739), J. C. Bull in Eith, England (D. R.-P. Nr. 51 798), F. Dürr in München (D. R.-P. Nr. 52 583) mit verschiedenen Abänderungen an. Um die Bildung und Festsetzung von Theerproducten im Explosionsraum und Arbeitscylinder zu verhindern, die bei nicht genügend hoher Vergasungstemperatur stattfindet, sucht man durch starke Erhitzung des Gasgemisches entgegen zu arbeiten. E. Schwarz schaltet zwischen Arbeitskolben und Explosionsraum eine Flüssigkeitssäule ein, so daß die Explosion indirect durch diese übertragen wird. O. Weiß (D. R.-P. Nr. 57 652) verwendet schwere Erdöle, wobei ein Theil des im Cylinder brennenden Gasgemisches immer im Augenblick der größten Wärmeentwickelung dazu benutzt wird, das Oel zu vergasen. A. E. Tavernier und E. Casper in London (D. R.-R. Nr. 53 914) umgeben zur Kühlung des Arbeitscylinders denselben mit einem Doppelmantel, in dem das Erdöl circulirt. Hierdurch wird der Cylinder entsprechend gekühlt, während das Oel gleichzeitig verdampft wird. Ein automatisches Ventil regulirt den Zu- resp. Abfluß des Erdöles. F. E. Glaser in Berlin (D. R.-P. Nr. 54 469) wendet eine Regulirvorrichtung an, die bei Ueberschreitung der Tourenzahl des Motors durch ein Absperrorgan die Erdölzufuhr unterbricht. Ein Verdampfapparat von Kaselowsky (D. R.-P. Nr. 57 659) bezweckt die Verdampfung der Erdöle durch die abgehenden Explosionsgase, wesentlich ist, daß er comprimirte Luft zu diesen Gasen führt, um deren Nichtexplosivität zu wahren.

Comte de Nydprück und J. de la Hault in Brüssel wenden für Vergaser und Zündvorrichtung nur eine Heizflamme an.

Hopkins in London (D. R.-P. Nr. 48 921) wendet einen Auspufftopf an, durch welchen die Gase — durch eine Wasserschicht — streichen, abgekühlt werden und so geräuschlos austreten [2]).

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 278, 103. — [2]) Ebendaselbst 282, 49, 73 und 97.

Eine ganz neue und eigenartige Verwendung finden die leichtflüchtigen Erdöle für den Motorenbetrieb als directen Ersatz für Wasser resp. Wasserdampf [1]). Ueber einen Motor mit Erdöldämpfen, von de Quillfeldt herrührend, und von der Société Anonyme des anciens établissements Cail gebaut, berichtet Chevillard in der Revue Industr. vom 23. Febr. 1889 Nachfolgendes: Die Eigenthümlichkeit dieses Motors liegt in der Erzeugung und Verwendung von Erdöldämpfen, welche in ähnlicher Weise erzeugt werden, wie der Wasserdampf im Dampfkessel. Es wird hierbei ein Theil der Dämpfe als Betriebskraft, ein Theil zur Unterhaltung der Verbrennung verwendet. Der Kessel gleicht einem Schlangenrohrdampfkessel und der eigentliche Motor, eine dreicylindrische, einfach wirkende Maschine, ist in gedrängter Weise unter dem Kessel angeordnet. Der als Betriebsdampf dienende Theil des Erdöles wird condensirt und aufs Neue dem Verdampfer zugeführt. Auf diese Weise ist die Maschine vollständig selbstthätig gemacht. Der Erdölverbrauch soll 4,5 bis 6,7 Liter per Stunde bei 2 resp. 4 HP betragen und theoretisch nur als Ersatz für das zur Heizung nothwendige Oel erforderlich sein. Da das Oel leichter verdampft und verdichtet werden kann als das Wasser, genügt eine sehr kleine Heizfläche, um eine große Menge Erdöldampf zu erzeugen.

Nach einem Vortrage, den der Torpedobootbauer A. F. Yarrow in der Institution of naval architects hielt [2]), sollen die Versuche der Verwendung von Kohlenwasserstoffen zur Speisung von Dampfkesseln zu nicht ungünstigen Ergebnissen geführt haben.

Die Kohlenwasserstoffe werden in dem Kessel in gleicher Weise wie Wasser verdampft und die entwickelten Dämpfe sodann in einer Maschine zur Expansion gebracht, um dann sorgfältig condensirt und dem Kessel wieder zugeführt zu werden. Zur Verwendung gelangte ein Benzin vom specif. Gew. 0,725 bis 0,730 und belief sich der Verbrauch auf ca. $5^1/_2$ Liter Benzin per Stunde. Da die Verdampfungstemperatur eine sehr niedrige ist, soll auch die Gefahr von coaksigen Niederschlägen in der Maschine und in den Rohrleitungen nicht bestehen. (?)

Statt Benzin wurde ein billiger Kohlenwasserstoff (Gasöl, Paraffinöl) als Heizmaterial verwendet. Hierdurch ist eine bedeutende Ersparung ermöglicht, so daß nun mehr bei einer stündlichen Leistung von 4 HP etwa 6,5 Liter dieses Schweröles verbraucht wurden.

Die Bestrebung, Dämpfe für den Betrieb von Motoren zu verwenden, welche leichter als Wasserdampf zu erzeugen, also aus flüchtigen Stoffen zu gewinnen sind, ist eine sehr alte. Schon im Jahre 1797 versuchte Cartwright mit Erfolg eine Maschine mit Alkoholdämpfen zu betreiben. Später sind wiederholt Aether und Schwefelkohlenstoff versucht worden. Wenn auch die Resultate mit leichten Erdölen nicht als abgeschlossen zu betrachten sind, dürften diese doch in nicht zu ferner Zeit als wirksamer Ersatz für Wasserdampf gelten, wo räumliche Verhältnisse, theures Heizmaterial 2c. dies ermöglichen. Von einem ernsten Wettbewerb besonders für den Großbetrieb kann jedoch nie die Rede sein.

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 271, 577, 587. — [2]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1888.

Verwendung des Erdöles zu Leuchtzwecken.

Die großen Vortheile des Petroleums, die eine so mächtige Revolution in der Geschichte der künstlichen Beleuchtung hervorriefen und es zu Stande brachten, daß die vegetabilischen und animalischen Oele als veraltet bei Seite geschoben wurden, liegen in der fast unerschöpflichen Menge und der damit bedingten Billigkeit des Productes, in dem rauch- und geruchlosen Brennen desselben und in der Schönheit des Lichtes.

Als Leuchtöl kommt es im Handel verschieden benannt vor: Petroleum schlechtweg, dann amerikanischer Provenienz nach den Farbentypen als Water white, prime white und Standard white, welch letztere Bezeichnung hauptsächlich für die Producte der größten amerikanischen Gesellschaft, der „Standard Oil Company", benutzt wird; als Kerosin, welcher Ausdruck ursprünglich von einer amerikanischen Firma als Handelsmarke für ihre Schweröle gebraucht wurde, der aber allmälig auch als Bezeichnung für das Petroleum benutzt und heute für die Leuchtöle russischer Provenienz angenommen wurde.

Unter dem Namen „Mineral sperm", Astralin, Kaiseröl, Pyronaphta und Möhringöl kommt eine Gruppe von Beleuchtungsölen amerikanischen resp. russischen Ursprungs in den Handel, die durch einen hohen Grad von Feuersicherheit charakterisirt sind. Sie werden aus den höher siedenden Antheilen des Erdöles dargestellt und bilden ihrem specifischen Gewicht und ihrem Siedepunkte nach den Uebergang vom eigentlichen Petroleum zu den Mittel- resp. Schwerölen.

Seiner chemischen und physikalischen Eigenschaften wegen findet das Petroleum lediglich als Beleuchtungsöl in Lampen Verwendung; alle anderen Verwendungsarten desselben sind nur untergeordneten Charakters.

Ohne die Entwickelung der Lampe in ihrem geschichtlichen Verlauf schildern zu wollen, sei nur in Kürze erwähnt, daß sich die Form und Einrichtung derselben dem Beleuchtungsmaterial entsprechend verändert hat. Von der primitivsten Form einer offenen Schale, im Kaukasus Tschirak genannt, mit hochsiedenden animalischen und vegetabilischen Oelen (Thran, Fichtenöl 2c.) als Speisematerial, nahm sie allmälig geschlossene Form an mit verticaler Dochteinrichtung für leichter flüssige, vegetabilische Oele (Rüböl, Olivenöl). Die Anwendung des Baumwolldochtes und Zugglases (s. neuntes Capitel) gehört schon der neuen Zeit an. Eine tiefgehende Veränderung, ja eine völlige Umgestaltung der Lampe brachte erst das Erdöl mit sich.

Es wäre zu erwarten gewesen [1]), daß man, da das Problem einer Erdöllampe im Grunde genommen ein sehr einfaches ist, auch bald in der Ausführung derselben zu vollkommenen Constructionen gelangen werde. Dem ist jedoch nicht so, und man findet oft äußerlich geschmackvoll ausgestattete Lampen, die leider auch bescheideneren Anforderungen hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit nicht genügen. Der Grund davon wird wohl darin zu suchen sein, daß Lampen bis jetzt fast nur empirisch, wenn nicht gar willkürlich construirt wurden und man dem Studium des Lampenbeleuchtungsprocesses zu wenig Beobachtung geschenkt hat.

---

[1]) R. Zaloziecki: Dingl. polyt. Journ. 267, 265.

Es fehlten Constructionsvorschriften, welche auf der stricten Berücksichtigung des Verbrennungs- und Beleuchtungsvorganges innerhalb der Lampe basirt wären, und ohne dieselben ist ein wirklicher Fortschritt nach dem heutigen Stande der Technik nicht denkbar. Wohl ist auf diesem Gebiete in der letzten Zeit Manches bekannt geworden und sind in erster Linie die vergleichenden Lampenuntersuchungen zu nennen, welche den Beobachter auf die Unterschiede und Mängel einer Construction gegenüber einer anderen aufmerksam machen und bei gründlicher Betrachtung auch auf die Ursachen derselben hinführen. Würden solche Beobachtungen noch durch Vornahme von Messungen sämmtlicher den Beleuchtungsproceß beeinflussender Dimensionen der Brenner ergänzt, so könnten daraus bereits bestimmte Schlüsse und Folgerungen rücksichtlich der Construction aufgestellt und derselben festere Grundlagen gegeben werden. Es mögen nachfolgend die allgemeinen Schilderungen der Lampensysteme ꝛc. nach Dolinin und Alibegow [1]) mitgetheilt werden:

Jede Lampe besteht aus drei Haupttheilen: dem Oelbehälter, dem Brenner und dem Zugglase, welches sowohl zur Beförderung der Luftzufuhr, wie auch zum Schutze gegen äußere Luftbewegungen bestimmt ist. Es giebt zwar Lampen ohne Zuggläser, aber diese brennen schlechter oder erfordern complicirte Vorrichtungen. Nach der Construction der Brenner kann man die Lampen in zwei Hauptgruppen eintheilen, in Flach- und Rundbrenner, wobei die letzteren mit oder ohne Flammenscheibe, die ersteren mit einem, mit zwei (Duplexbrenner) oder mit vier kreuzweise gestellten Dochten gefertigt werden können. Im Allgemeinen ist der Rundbrenner complicirter und besteht der Hauptsache nach aus einer cylindrischen Dochtröhre mit einer dreieckigen Aussparung an der Basis zur inneren Luftzuführung. Die Röhre ist in ihrem unteren Theile von einer flachen Büchse eingefaßt, in welcher der Bewegungsmechanismus für den Docht untergebracht wird, und communicirt frei mit dem Inneren des Behälters, damit die dort sich bildenden Oeldünste einen freien Ausweg finden können. Außen ist die Dochtröhre mit einem Mantel umgeben, welcher zahlreiche Unterbrechungen zur Lufteinströmung besitzt und in seinem oberen Theile in eine zur Aufnahme des Zugglases bestimmte Gallerie ausläuft. Das zu den Rundbrennern gehörige Glas ist cylindrisch, öfter in einer bestimmten Höhe eingeschnürt, um dann in einen weiteren oder kürzeren Untersatz überzugehen.

Die Einrichtung des Flachbrenners ist um Vieles einfacher und besteht aus einer abgeplatteten Dochtröhre, eingezogen in die beiden Böden der Aufsatzkapsel, und einem einfachen Dochtbewegungsmechanismus. Zur Regelung des Luftstromes ist an die Dochtröhre von außen ein durchlöcherter Mantel mit Cylindergallerie angelöthet und dient zu diesem Zwecke auch die bekannte bewegliche Dochtkappe, welche oben am Umfange mit einem dem oberen Dochtende correspondirenden Schlitze, am Fußende mit Luftlöchern ausgestattet wird.

Um die Bedeutung der einzelnen Bestandtheile einer Lampe kennen zu lernen, ist es nothwendig, auf ihre Thätigkeit beim Brennvorgange näher einzugehen.

---

[1]) Berichte der kaiserl. russischen technischen Gesellschaft 1887, Nr. 2, 3, 4 und 5.

Vor Allem ist es von Wichtigkeit, das Verhalten des eigentlichen Flammenträgers, des Dochtes, sowie des Speisematerials, des Petroleums, zu einander zu berücksichtigen und die Bedingungen festzustellen, die nothwendig sind, um die günstigsten Beleuchtungsresultate zu erreichen.

Der Docht [1]) einer Lampe besteht bekanntlich aus einem System von Capillarcanälen, durch welche das Oel zur Flamme hinauf steigt. Die Kraft, mit welcher das Oel durch den Docht hinauf gesaugt wird, nimmt mit dem Sinken des Oeles ab, da hierdurch die Reibung immer größer und die Geschwindigkeit des Oelstromes geringer wird. Das allmälige Abnehmen der Oelzufuhr bewirkt auch, daß die Lichtstärke der Flamme geschwächt wird. In wie hohem Grade dies geschieht, wird zumeist auf den Eigenschaften des gebrauchten Leuchtmaterials beruhen. Neben der Lampenconstruction, die wesentlichen Einfluß auf die Lichtstärke hat, nimmt man oft an, daß specifisch schwerere Erdölsorten durch den Docht schwieriger aufsteigen als specifisch leichtere. Beilstein [2]) sowie Engler und Lew [3]) bewiesen aber, daß das Steigen im Dochte bloß von der Viscosität der Oele abhängig ist, und daß das russische Erdöl eine größere Aufsaugfähigkeit besitzt als das amerikanische, obwohl letzteres specifisch leichter als das erstere ist. Die Lichtstärke nimmt bei allen Lampenconstructionen schon innerhalb der ersten halben Stunde des Brennens ab und liegt die Ursache darin, daß während dieser Zeit das Niveau und auch die Temperatur etwas sinken, welche letztere die Luft erwärmte, die, durch den Brenner geleitet, eine raschere Verdampfung der Oele hervorrief. Die Ursachen des Rückganges der Leuchtkraft [4]) während mehrstündigen Brennens des Oeles in einer Lampe sind überhaupt verschiedentlich aufzufassen. Man führt dieselben theils auf das Sinken des Oelspiegels, theils auf ein Verdicken des Erdöles in Folge rascherer Verbrennung der leichten Oele gegenüber den schwereren, theils endlich darauf zurück, daß durch die Flamme an dem Dochtende ein Kohlenring gebildet wird, welcher den Zutritt und die Vertheilung des aufsteigenden Oeles in der Flamme hemmt und verhindert.

Daß ein Theil des Rückganges der Leuchtkraft auf Kosten der in Folge des sinkenden Oelspiegels sich vergrößernden Steighöhe zu setzen ist, geht aus den Untersuchungen von Biel [5]), Schmelck und Anderen hervor. Diese Ursache des Rückganges soll aber nach Engler [6]) und Thörner nur den kleineren Theil der Gesammtursachen ausmachen.

Was das Verdicken der Oele während des Brennens in Lampen anbelangt, so haben schon Albrecht [7]), Junker [8]), Thörner [9]) und in der letzten Zeit Engler [10]) und Lew nachgewiesen, daß dieses nicht der Fall ist und somit mit dem Rückgange der Flamme nicht im Zusammenhange stehen kann.

Nach Untersuchungen von Engler, Lew, Zaloziecki und Thörner hat es sich herausgestellt, daß die Reduction der Flamme lediglich von der Kohlen-

[1]) L. Schmelck: Dingl. polyt. Journ. 1885, 255, 39. — [2]) Dingl. polyt. Journ. 1883, 250, 169. — [3]) In „Das Erdöl von Baku“, S. 63. — [4]) Engler und Lew: „Vergleichende Versuche ꝛc.“ Ebendaselbst und in Dingl. polyt. Journ. 261, 29 u. f. — [5]) Dingl. polyt. Journ. 1879, 232, 354. — [6]) Chem. Industr. 1885, S. 47. — [7]) Zeitschr. für Paraffinindustrie 1879, S. 25. — [8]) Chem.-Ztg. 1883, S. 650. — [9]) Ebendaselbst 1886, S. 583. — [10]) Ebendaselbst 1886, S. 1238.

ringbildung am Dochte bewirkt wird, und daß die Menge der sich ausscheidenden Kohle am Dochte von der Menge der im Petroleum enthaltenen schweren Oele einerseits und von der passenden Anwendung des entsprechenden Lampensystems andererseits abhängig ist.

Für die Frage der Oelzuströmung sind natürlich die Größenverhältnisse des Dochtes von wesentlicher Bedeutung. Bei Betrachtung der einzelnen Lampenconstructionen findet man oft, daß die Breite und Stärke des Dochtes in einem eigenthümlichen Mißverhältniß zur Flamme stehen [1]). Für die Saugfähigkeit des Dochtes ist die Beschaffenheit der Baumwolle und die Art des Gewebes von Bedeutung, was Schmelck thatsächlich experimentell nachgewiesen hat. Auch die Feuchtigkeit im Dochte drückt die Steigkraft des Oeles herab und müssen daher die Dochte vor dem Gebrauche getrocknet werden. Weiter empfiehlt es sich, den Docht öfters zu wechseln, da sich nach längerem Gebrauche die feinen Canäle des Dochtes durch allmäliges Ansetzen von Verunreinigungen verstopfen und so die Steigkraft des Oeles verringert wird.

Man versuchte, um die Verkohlung des Dochtes unmöglich zu machen, die Baumwolle durch unverbrennliche mineralische Stoffe, wie Asbest, Schlackenwolle ꝛc., zu ersetzen. Doch haben diese Versuche zu ebenso wenig befriedigenden Resultaten geführt, wie die Construction von Hebevorrichtungen (ähnlich den Rüböllampen), um das Sinken der Flamme während des Brennens zu vermeiden. Eine andere gelungene Einrichtung, der Flamme ohne Anwendung künstlicher Apparate reichlich und gleichmäßig Oel zuzuführen, hat R. Ditmar in Anregung gebracht. Er versieht die Lampe mit zwei Dochten, von denen der „Saugdocht“ bloß zum Auffsaugen des Oeles bestimmt und deshalb erheblich stärker ist, als der einige Centimeter lange „Brenndocht“. Der Saugdocht geht vom Boden des Behälters zum obersten Theile des Brenners, wo er den Brenndocht umschließt und auf diese Weise demselben das Oel zuführt.

Hinsichtlich der Neuerung über Anordnung und Instandhaltung der Dochte sei einer Lampenconstruction von F. Deimel in Berlin (D. R.-P. Nr. 43 079) gedacht. Brenner und Dochtbehälter sind so angeordnet, daß sie abseits des Oelbehälters liegen. Das Wesentliche der Neuerung besteht in der Anwendung eines Doppeldochtes zur Anfüllung des Dochtbehälters behufs Verhütung von Explosionen.

Bei der Brennerconstruction der Firma Schwitzer und Gräff (D. R.-P. Nr. 43 383) ist der Docht nur am oberen Brennende cylindrisch geführt; unten als Saugdocht verwendet, ist er an beiden Seiten geschlitzt. Die sichere Führung des Dochtes wird durch kleine Rädchen besorgt.

Lampenschornstein und Brenner. Bekanntlich werden zwei Arten von Brennern in Anwendung gebracht, die älteren Flach- und die neueren Rundbrenner. Das Zugglas hat entsprechend seiner verschiedenen Aufgaben auch verschiedene Formen im Laufe der Zeit angenommen. Bei Flachbrennern [2]) hat

---

[1]) Schmelck: „Einige Untersuchungen über die jetzigen Erdöllampen.“ Dingl. polyt. Journ. 1885, 255, 39. — [2]) Zaloziecki: „Vergleichende Untersuchungen von Erdölbrennern.“ Dingl. polyt. Journ. 1888, 267, 265.

dasselbe nur die Erzeugung eines Luftzuges zum Zwecke und demgemäß sollte seine Form eigentlich eine cylindrische sein, aus praktischen Gründen jedoch wird es an seinem unteren der Flammenwirkung ausgesetzten Theile weiter und dadurch dauerhafter gemacht. Streng [1]) genommen, sollte eine rationelle Form des Lampenglases derjenigen der Flamme angepaßt, folglich von elliptischem, mit der längeren Achse der Längsrichtung der Flamme entsprechenden Querschnitte sein. Wegen der Herstellungsschwierigkeiten und des Umstandes, daß so gestaltete Gläser die Entstehung von Gegenströmen begünstigen würden, haben dieselben keine größere Verwendung gefunden. Die verbesserten Duplexbrennerconstructionen sind mit solchen Gläsern ausgestattet, die aber an Dauerhaftigkeit Einbuße erlitten. Bei Rundbrennern hat das Lampenglas eine doppelte Bedeutung, denn außer zur Erzeugung der Luftströmung dient es noch zur innigeren Mischung der Verbrennungsdämpfe mit der eingesogenen Luft. In Folge dessen hat es eine andere Form und trägt bei cylindrischem Querschnitte als wesentliches Merkmal eine Einschnürung nach innen in einer gewissen Entfernung vom unteren Rande. Ueber die Bedeutung dieser Einschnürung kann man sich leicht einen Begriff machen, wenn man bei angezündeter Lampe das Glas hebt und senkt.

Beim Heben des Glases verlängert sich die Flamme, wird dunkler und fängt bald zu rußen an; bei nachfolgendem Senken hellt sich die Flamme allmälig auf, erreicht bei einer gewissen Stellung des Glases ihren Maximalwerth, um jedoch bei weiterem Tieferseßen neuerdings abzunehmen, indem, sobald die Einschnürung auf die Tiefe des oberen Dochtrandes herabgedrückt wird, die Flamme aus einander gebreitet, an die Glaswände angedrückt und abermals zum Rußen gebracht wird. Es hat demnach die Lage der Einschnürung einen wesentlichen Einfluß auf die Leuchtkraft der Flamme. Zur Erklärung dieses Einflusses machten Dolinin und Alibegow Betrachtungen über die Art und Weise der Luftzufuhr und gelangten zu dem Schlusse, daß durch die Einschnürung die Verbrennung stärker werde und die Lichtwirkung sich glänzender gestalte.

Von Wichtigkeit erscheinen dabei die Fragen, wie groß soll der Durchmesser der Einschnürung sein, und wie hoch darf dieselbe über dem oberen Dochtrande heraus stehen. Beide Fragen werden von der Erfahrung dahin beantwortet, daß bei einem 10 bis 13 mm betragenden Abstande der Einschnürung vom oberen Dochtrande (richtet sich nach der Schwere des Oeles, indem ein leichteres Oel eine größere Entfernung, ein schwereres dagegen eine geringere erfordert), ihr innerer Durchmesser dem äußeren Dochtdurchmesser gleich kommen oder denselben um ein Geringes (1 bis 2 mm) übersteigen soll. In einer unrichtig gewählten Entfernung der Einschnürung von der Flamme erblicken die Verfasser die Ursachen der schlechten Resultate, die sich beim Brennen des kaukasischen Oeles auf Lampenconstructionen, für amerikanisches Petroleum geeignet, geltend machen, wobei also weder dem Oel, noch dem Brenner, sondern einzig dem unrichtigen Distanzverhältniß zwischen Einschnürung und Dochtkappe die Schuld zuzuschreiben ist. In neuerer Zeit wird diesem Umstande wohl Rechnung getragen und man findet im Handel tiefer geschnürte Gläser; dieselben haben jedoch merkwürdiger

[1]) Dolinin und Alibegow: Ber. der kaiserl. russ. techn. Gesellsch. 1887.

Weise eine nach oben sich verjüngende Gestalt bekommen, die entschieden als ungünstig bezeichnet werden muß, indem dadurch eine stauende Wirkung auf die abgehenden Gase ausgeübt, und die Luftzufuhr beeinträchtigt wird.

Was die Höhe der Lampengläser betrifft, so unterliegt dieselbe gewissen Einschränkungen, welche durch die Rücksichten des Lampengleichgewichtes und der Gefälligkeit der äußeren Form mit bedingt werden; die Höhe schwankt gewöhnlich zwischen 200 bis 260 mm.

Aehnlich der Einschnürung, nur in anderer Art, ist die Wirksamkeit der Flammenscheibe, eines flachen Knopfes, welcher in der Dochtröhre am oberen Ausgange derselben der Flamme entgegengestellt wird. Der aus der Dochtröhre aufsteigende Luftstrom erfährt an derselben eine Aenderung seiner anfänglichen Richtung und wird, indem er an die Flammenscheibe anprallt, schräg an die Flamme geschleudert. Hierdurch wird die Flamme nach außen kranzförmig verbreitet und bietet in dieser Form der äußeren, zwischen Dochtröhren und Zugglas hinzutretenden Luft eine größere Oberfläche, bei dünnerer Schicht, die naturgemäß leichter durchdrungen werden kann. Außerdem gewinnen die Metallscheiben und die Einschnürung dadurch an Bedeutung, weil sie Anlaß zur localen Steigerung der Temperatur geben, die auf die Gasmischung übertragen wird. Das Vorhandensein der Scheibe und der Einschnürung finden Dolinin und Alibegow wenigstens bei der Mehrzahl von Brennern unzweckmäßig und geben darüber folgende Erklärung:

Die größte Lichtwirkung einer Flamme wird erreicht, wenn das richtig bemessene brennbare Gasgemisch mit Luft sich auch in der günstigsten Entfernung, d. h. am richtigen Orte bildet. Bei Lampen, wo die besprochenen beiden Vorrichtungen gleichzeitig in Thätigkeit sind, ist ihre Anpassung derart modificirt, daß entsprechend der ausbreitenden Wirkung der Scheibe der Einschnürungsmesser etwa 4 bis 10 mm weiter bemessen werden muß. Die Mischung der Luft mit brennbaren Dämpfen geschieht bei solchen Lampen in zwei Stadien: zuerst an der geschnürten Stelle, welche jedoch in Folge ihrer zu großen Weite nicht wirksam genug ist (davon kann man sich leicht überzeugen, denn nimmt man bei solchen Lampen die Scheibe herunter, so fangen sie gleich zu rußen an), und ein zweites Mal höher unterhalb der Scheibe, wo bereits die Gase abgekühlt und somit die günstigsten Bedingungen der Verbrennung übergangen wurden.

Die Rolle des geschnürten Zugglases oder der Flammenscheibe bei Rundbrennern vertritt die Dochtkappe bei Flachbrennern. Bei der Flamme ohne aufgesetzte Dochtkappe würde die Luft unter geringer Neigung gegen die Verticalebene des Dochtes durch das Lampenglas gezogen werden und nur eine Berührung an den Außenzonen der Flamme, aber keine innige Mischung der Gase, somit eine spitz auslaufende, mattbrennende und rußende Flamme bedingen. Durch das Aufsetzen der Kappe werden die von unten kommenden Luftströme getheilt, ein Theil weicht an den Bodenöffnungen der Kappe nach auswärts, um zwischen Lampenglas und Kappe auf die Flamme zu treffen, während der andere, an der unteren Wölbung der Kappe reflectirt, in breiten Schichten durch den Längsschlitz zur Flamme dirigirt wird und eine innigere Mischung mit dem Verbrennungsgase, zugleich aber eine Abplattung und die bekannte fächerartige Ausbreitung der Flamme bedingt.

Erwähnenswerth ist es, daß nach den Mittheilungen von Wosnejensky und Mendelejew ein Oel bis zur Dichte von 0,850 noch auf 200 mm in der zur Speisung der Flamme genügenden Menge gehoben wird. Diese Maximalhöhe soll nun auf den Brenner und Behälter vertheilt werden, wobei aber die Verkleinerung dieser Dimensionen naturgemäß stets erwünscht bleibt, sobald sie nicht anderen Rücksichten unterworfen ist. Im Allgemeinen ist die Höhe der Rundbrenner größer und bewegt sich zwischen 70 bis 85 mm. Bei Flachbrennern kann sie niedriger gehalten werden und man findet je nach der Gattung 55 bis 62 mm Vierzehnlinienbrenner, 44 bis 53 mm Zehnlinienbrenner, welch erstere Höhe dem von Ragosin prämiirten Kumberg'schen Pyronaphtabrenner, welcher Oele bis zu 0,874 specif. Gew. bewältigt, zukommt. Dem entsprechend muß auch der Behälter verflacht werden, denn je geringer seine Höhe, desto weniger wird sich verhältnißmäßig das Niveau des Oeles verändern, und desto gleichmäßiger wird der Brenner gespeist.

Was die eigentlichen Brenner anbelangt, so ist die Zahl der verschiedenartigsten Constructionen derselben eine außerordentlich große, woraus der Schluß gezogen werden muß, daß die Technik der Brennerconstructionen noch keineswegs den wünschenswerthen Grad der Vollendung erreicht hat, und man sich hier noch mehr oder weniger im Stadium des Versuches befindet, wie auch thatsächlich ein großer Theil der in den Handel gebrachten Petroleumbrenner nur unvollkommen seinem Zwecke genügt. Die zunehmende Anwendung des kaukasischen Leuchtöles war es besonders, welche zur Construction von neueren Brennern führte, da dieses wegen seines größeren Gehaltes von Kohlenstoff die Benutzung von Brennern ausschließt, die für das pennsylvanische Petroleum sehr geeignet sind. Das kaukasische Leuchtöl verlangt wegen seines größeren Kohlenstoffreichthums eine entsprechend vermehrte Luftzufuhr zur Flamme und eine möglichst innige Mischung der Luft mit den aus dem Docht aufsteigenden Kohlenwasserstoffdämpfen. Da im Handel sehr verschiedene Qualitäten und Mischungen von Brennölen vorkommen, so erklärt sich daraus, daß ein Brenner ebenso wenig zum Brennen aller Leuchtöle verwendet werden kann, als ein und derselbe Rost für alle Brennstoffe [1]).

Im Nachfolgenden werden die verschiedenen im Handel vorkommenden Brennerconstructionen besprochen, entnommen den Arbeiten von Dolinin und Alibegow, der Ausstellungscommission von St. Petersburg, und endlich im Anhange die Brenner der bekanntesten Firmen des Continents. Zunächst folgen die Resultate der Dolinin und Alibegow'schen Arbeiten in der von ihnen durchgeführten Eintheilung der Brennersysteme.

A. Vierzehnlinienbrenner mit Flammenscheibe [2]).

Nr. 1. Mondbrenner von Schuster und Baer, besitzt an der Basis des Brenners Canäle zur Kühlung der Metallconstruction und einen hydraulischen Verschluß zwischen Behälter und Brenner. (Ausführlich an anderer Stelle.)

---

[1]) Glasenapp: „Zur Ausstellung für Beleuchtungsgegenstände und Naphtaindustrie zu St. Petersburg 1887/88." — [2]) Bedeutet bei Flach- und Rundbrennern die Dochtbreite.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	14,88	3,56 g	6 1/4° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	9,3	4,4 „	

Nach den Untersuchungen von Alibegow und Dolinin kann dieser Brenner als der beste von den untersuchten bezeichnet werden; er brennt ungemein gleichmäßig und die größte Schwankung in der Lichtstärke beträgt nur 1,32 Kerzen.

Nr. 2. Mondbrenner von Wild und Wessel, ähnlich dem vorhergehenden, jedoch ohne untere Oeffnungen und ohne hydraulischen Verschluß. Die Oeldämpfe werden aus dem Behälter unten seitwärts abgeführt.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	14,32	3,88 g	5 1/2° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	8,41	5,0 „	

Nr. 3. Specialbrenner, ähnlich dem Nr. 2.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	12,98	4,08 g	6° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	7,45	5,18 „	

Nr. 4. Brillantbrenner, unterscheidet sich von Nr. 1 durch die Construction des äußeren Mantels, der Scheibenstiel ist cannelirt und ist außerdem mit einem Metallcylinder zur besseren Erwärmung der einströmenden Luft versehen. Glas mit Einschnürung. Der Durchmesser der Scheibe ist um 4 mm kleiner wie bei Nr. 1.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	17,3	4,21 g	9° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	9,3	6,3 „	

Er brennt mit Kerosin gleichmäßig, mit Pyronaphta ungleich und muß in Berücksichtigung dessen, daß der Docht nicht 14 Linien, sondern thatsächlich 18 Linien ist, des großen Oelverbrauches wegen zu den schlechteren gezählt werden.

Nr. 5. Victoriabrenner, hat ein Glas mit Einschnürung, die Scheibe ohne Canal. Der Abstand der Dochtkappe von der Scheibe beträgt 13 mm und von der Einschnürung 12 mm.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	9,17	4,52 g	10° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	7,48	5 „	

Einer der schlechtesten Brenner.

Nr. 6. Bakubrenner, Scheibe von geringem Durchmesser. Glas mit Einschnürung.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	10,87	4,12 g	10 1/4° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	9,91	4,8 „	

Es ist bedauerlich, daß dieser Brenner bei ganz guter Lichtleistung viel Material aufzehrt und die Temperatur des Behälters stark erhöht, denn sonst würde er sich seines geringen Preises wegen empfehlen. Als Mängel wären

zu betrachten: die zu hohe Stellung der Scheibe bei zu kleinem Durchmesser (16 mm), zu weite Einschnürung (32 mm) und die zu bedeutende Höhe des Brenners (85 mm).

Nr. 7. Herkulesbrenner, besitzt statt eines dreieckigen, zwei rechtwinkelig gegenüberstehende Ausschnitte in der Dochtröhre und einen Brenn- und zwei Saugdochte, wodurch er sich vortheilhaft von den anderen unterscheidet.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	17,2	3,39 g	$10^3/_4{}^0$ Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	11,3	4,26 „	

Nr. 8. Mitrailleusenbrenner, hat 12 ringförmig gruppirte Dochtröhren mit ebenso vielen cylindrischen Dochten von 5 Linien Durchmesser, welche alle durch ein Rädchen bewegt werden, da dieselben an der Brennbasis mit einer ringförmig durchlöcherten Scheibe fest verbunden sind. Glas mit Einschnürung. Scheibendurchmesser 14 mm, Abstand von der Dochtkappe 19 mm, Einschnürungsdurchmesser 38 mm, Abstand vom Dochtrande 12 mm.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	11,1	4,96 g	10^0 Erwärmung.

Für Pyronaphta nicht verwendbar.

Dieser Brenner muß als schlecht bezeichnet werden, woran die ungünstigen Abmessungen des Scheibendurchmessers und das gegenseitige Verhältniß der Einschnürung der Scheibe und des Dochtes, und schließlich das zu feste Einzwängen der Dochte, deren Einführung ohnehin zu viel Umstände verursacht, die meiste Schuld tragen.

Nr. 9. Kumbergbrenner, ist nahezu eine Copie des Mondbrenners Nr. 1, jedoch ohne Oeffnungen im unteren Mantelrande und ohne hydraulischen Verschluß, wodurch dem Zurückschlagen der Flamme in das Innere des Behälters nichts im Wege steht.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	11,57	3,65 g	9^0 Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	9,22	4,33 „	

Nach Zaloziecki[1]) läßt sich über diese Art Brenner Folgendes sagen:

1. Den besseren können zugezählt werden: Herkules Nr. 7, Mondbrenner von Schuster und Baer Nr. 1, Mondbrenner von Wild und Wessel Nr. 2. Als gut haben sich bewährt: Special Nr. 3, Kumberg Nr. 9. Alle übrigen müssen abfällig beurtheilt werden.

2. Alle besseren Brenner haben breite Flammenscheiben und Gläser ohne Einschnürung mit Ausnahme von Herkules, welcher eine kleine Scheibe und ein geschnürtes Glas, dagegen doppelte Luftzuführung besitzt.

3. Alle schlechten Brenner haben eine kleine Scheibe und geschnürte Gläser.

4. Im Allgemeinen ist bei Benutzung der Pyronaphta die Lichtstärke kleiner, der Verbrauch größer. Der Unterschied in der Lichtstärke bei Anwendung von Kerosin und Pyronaphta schwankt zwischen 1, 6 bis 8 Kerzen.

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 267, 265 ff.

5. Die besseren Brenner erweisen sich schlechter in Bezug auf die Erwärmung des Oeles, d. h. sie steigern die Temperatur im Oelbehälter bedeutender, sofern sie nicht besondere Einrichtungen zur Kühlung besitzen.

B. Vierzehnlinienrundbrenner ohne Scheibe.

Einige von den vorstehend besprochenen Brennern können auch ohne Scheibe gebraucht werden, in welchem Falle jedoch ein geschnürtes Glas zur Anwendung kommen muß. So wurde der Kumbergbrenner Nr. 9 ohne Scheibe von Dolinin und Alibegow untersucht und findet in Nr. 10 seine Beschreibung.

Nr. 10. Kumbergbrenner ohne Scheibe.

	Lichtstärke	Verbrauch
Mit Kerosin . . .	11	4,32 g
„ Pyronaphta . .	9,4	4,38 „

Obwohl gegenüber der Lichtstärke Nr. 9 (11,57) nur ein geringer Unterschied zu constatiren ist, so variiren doch die Zahlen, welche in beiden Fällen den Oelverbrauch angeben, ganz bedeutend (wie 4,32 und 3,65). Daraus ersieht man, daß die Scheibe bei intensiverer Beleuchtung zugleich ökonomisch wirkt. Für die Pyronaphta ist das jedoch nicht bemerkbar.

Nr. 11. Phänomenbrenner von Kumberg, zeichnet sich dadurch aus, daß an Stelle der Einschnürung eine fixe Vorrichtung, bestehend aus einer Blechkapsel, in der Mitte concentrisch dem Dochtumfange angepaßt, über der Dochtkappe angebracht wird, behufs Einlenkung des Luftstromes zur Flamme. Man macht sich dadurch von geschnürten Gläsern unabhängig; bei denen der hauptsächlichste Nachtheil der ist, daß man die in Rede stehende Einschnürung selten in gehöriger Höhe angebracht findet. Der geringe Nachtheil dieser Lampe, herrührend davon, daß der untere Theil der Flamme durch die vorgreifenden Ränder der Kapsel bei der Beleuchtung verloren geht, wird durch die übrigen Vorzüge dieser Construction aufgewogen.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	12,0	3,41 g	7° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	8,5	3,93 „	

Nr. 12. Gewöhnlicher Rundbrenner.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	7,51	5,0 g	3° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	6,5	4,87 „	

Im Allgemeinen ein sehr schlechter Brenner, bei dem jedoch der Ausspruch bekräftigt wird, daß, je schlechter der Brenner, desto geringer die Erwärmung des Behälters ist.

Nr. 13. Kosmosbrenner.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	8,22	4,8 g	10° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	8,32	4,34 „	

Nr. 14. Kordigbrenner. Bemerkenswerth dadurch, daß der äußere Mantel schräg gerippt und die Gallerie stark durchbrochen ist, wodurch die Luft angewärmt und das Glas gekühlt wird, letzteres kann auf- und abgeschoben werden.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	9,72	3,42 g	8° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	7,93	4,2 „	

Ueber die Vierzehnlinienbrenner ohne Scheibe kann Nachstehendes gesagt werden:

1. Von den untersuchten erwiesen sich nur zwei, nämlich der Kumbergbrenner Nr. 11 und der Kordigbrenner Nr. 14, leistungsfähig.
2. Brennen sie mit Pyronaphta schlechter, mit Ausnahme von Kosmos Nr. 13. Der Unterschied in der Lichtstärke beträgt 1,5 bis 3,5 Kerzen.
3. Die lichtkräftigeren Brenner erwärmen die Behälter stärker.

Bei der vergleichenden Zusammenstellung der Rundbrenner mit und ohne Scheibe ergiebt sich:

1. Daß die Scheibenbrenner lichtkräftiger sind (wie das am besten aus der Vergleichung von Nr. 9 und 10 einer und derselben Lampe mit und ohne Scheibe ersichtlich wird).
2. Die Lampen mit Scheibe brennen sparsamer.
3. Die Scheibe übt keinen Einfluß auf die Lichtleistung mit Pyronaphta.
4. Die Brenner mit Scheibe erwärmen stärker.

C. Zehnlinienrundbrenner.

Wie nachträglich bemerkt werden muß, sind Alibegow und Dolinin übereingekommen, die Lampen der bereits besprochenen Kategorie so zu classificiren, daß diejenigen, deren Lichtstärke mindestens 10 Stearin- oder 10,66 Spermacetkerzen (1 Spermacetkerze gleich 1,066 Stearinkerzen) bei einem Verbrauche von höchstens 4 g Material für die Stunde und Kerze entspricht, zu den guten zu zählen seien. Bei den Zehnlinienbrennern ist diese Grenze bei gleichbleibendem Verbrauchsquantum bis auf 8 Stearin- oder 8,5 Spermacetkerzen erweitert worden.

Nr. 15. Rundbrenner von Kordig.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	8,29	3,44 g	6° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	6,33	4,17 „	

Nr. 16. Gewöhnlicher Rundbrenner.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	8,4	3,87 g	6½° Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	5,67	4,65 „	

Nr. 17. Kosmosbrenner.

	Lichtstärke	Verbrauch
Mit Kerosin . . .	8,69	3,53 g
„ Pyronaphta . .	6,4	3,86 „

Nr. 18. Kumbergbrenner. Im Inneren der Dochtröhre ist eine fünfeckige, metallische Zwischendecke zur besseren Erwärmung des Luftstromes eingesetzt und sind die oberen Ränder des Dochtumhüllungsrohres nach außen etwas herausgebogen, was entschieden nachtheilig genannt werden muß, indem dadurch der Luftstrom statt ein- abgelenkt wird.

	Lichtstärke	Verbrauch
Mit Kerosin . . .	6,5	4,1 g
„ Pyronaphta . .	6,85	4,18 „

Von den Zehnlinienrundbrennern wird dasselbe wiederholt, wie bei den vorhergehenden. Der Unterschied in der Lichtwirkung zwischen Kerosin und Pyronaphta beträgt 2 bis 2,7 Kerzen. Allgemein kann ihnen nachgerühmt werden, daß sie verhältnißmäßig besser brennen als die Vierzehnlinienlampen.

D. Vierzehnlinienflachbrenner.

Nr. 19. Gewöhnlicher Vierzehnlinienbrenner.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . .	8	4,2 g	$14^1/_2{}^0$ Erwärmung im Metallbehälter,

„ Pyronaphta brennt gar nicht.

Nr. 20. Kobozewbrenner, besitzt vier Dochte, die in besonderen Dochtröhren übers Kreuz eingesetzt sind. Dem entsprechend ist auch die Kappe im Kreuze ausgespart. Je zwei Dochte werden durch Rädchen, die an einem Stiele sitzen, bewegt, was zu Ungleichheiten in der Einstellung des Dochtniveaus Anlaß giebt. Die einzelnen Dochte haben 4 Linien, folglich ist der Brenner 16 Linien.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	15,38	4,18 g	$12^1/_2{}^0$ Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	11,08	5,13 „	

Nr. 21. Duplexbrenner, besitzt zwei neben einander liegende Flachdochte zu 10 Linien, somit zusammen 20 Linien Dochtbreite. Im Uebrigen werden die Maße der Vierzehnlinienbrenner eingehalten und wird er als solcher verkauft.

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	13,8	3,82 g	$13^1/_2{}^0$ Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	10,57	4,4 „	

Mit den gleichnamigen Rundbrennern verglichen, erweisen sich die Flachbrenner bei Anwendung von Kerosin minder leistungsfähig, für die Pyronaphta jedoch nicht. In jedem Falle erwärmen sie den Oelbehälter ungemein hoch.

E. Zehnlinienflachbrenner.

Nr. 22. Duplexbrenner, eigentlich 16 Linien (zwei Dochte zu 8 Linien).

	Lichtstärke	Verbrauch	
Mit Kerosin . . .	12,5	3,71 g	$9^1/_2{}^0$ Erwärmung.
„ Pyronaphta . .	9,0	3,71 „	

Nr. 23. Gewöhnlicher Flachbrenner.

	Lichtstärke	Verbrauch
Mit Kerosin	6,61	3,87 g
„ Pyronaphta . .	5,89	3,82 „

Nr. 24. Kumbergbrenner, bestimmt vom Erfinder zur Verbrennung schwerer Oele bis zum specif. Gew. 0,874 (bei 16°), prämiirt von Ragosin. Der Zweck wird vorzüglich durch eine geringe Höhe des Brennerkörpers und durch Anwendung sehr lose geflochtener Dochte erreicht. Lichtstärke mit Kerosin vom specif. Gew. 0,8228 (bei 15°) und achtstündiger Brenndauer durchschnittlich 7,05 mit 4 g Verbrauch für die Stunde und Kerze; ein zweiter Versuch mit siebenstündiger Dauer ergab 7,25 Lichtstärke und 4,1 g Verbrauch. Mit Pyronaphta von 0,858 specif. Gew. (bei 15°) und achtstündiger Versuchsdauer 6,47 Lichtstärke mit 4,02 g Verbrauch [1]). Erwärmung $7^1/_2$°.

Bei den Zehnlinienflachbrennern berichten Alibegow und Dolinin auch über Versuche mit zwei Lampen ohne Zuggläser, und zwar über die von Hitchcock und von Kumberg, die in der Construction wesentlich abweichen.

Bei der sogenannten mechanischen Lampe von Hitchcock wird statt mittelst des Cylinders der verstärkte Luftstrom durch einen im Fuße der Lampe untergebrachten complicirten Ventilator, der von Zeit zu Zeit neu in Gang gesetzt werden muß und leicht verdorben wird, erzeugt. Lichtstärke mit neuem Mechanismus (bei sechsstündiger Beobachtung) durchschnittlich 9,72 bei 3,42 g Verbrauch, mit geschwächtem Mechanismus 5,2 Lichtstärke und 4,04 g Verbrauch; bei einem zweiten Versuche ($7^1/_2$ stündiger Dauer) 5,33 Lichtstärke und 4,24 g Verbrauch. Der einzige Vortheil dieser Lampe ist ihre Gefahrlosigkeit, indem beim Umwerfen die Flamme augenblicklich von selbst erlischt.

Die automatische Lampe von Kumberg entbehrt eines besonderen Mechanismus zur Zugsteigerung, letztere wird durch Vorwärmung der Luft von selbst bewirkt, in der Art, daß über der Flamme ein umgekehrter Trichter von einer (oder zwei) erst aufwärts, dann abwärts gebogenen Röhre emporgehalten wird, in den die Verbrennnungsgase mit Luft gemischt einströmen und von unten wieder zur Flamme zugeführt werden. Die Versuche mit dieser Lampe stammen von Prof. Lamansky her, und betrug die Lichtstärke für Kerosin:

a) 12,2 mit 3,66 g Verbrauch,
b) 12,2 „ 3,54 „ „

Mithin ist die Wirkung dieser Lampe eine zufriedenstellende, dabei unterscheidet sie sich vortheilhaft von den vorhergehenden durch Einfachheit und Billigkeit, sie kann jedoch nur als Hängelampe verwendet werden. Beide Lampen müssen vor stärkerer Luftbewegung geschützt werden, denn selbst unbedeutende Strömungen verursachen sofort ein Rußen der Flamme.

Im Allgemeinen geben Alibegow und Dolinin ihr Urtheil über diese Art von Brennern dahin ab, daß, obwohl sich die Verwendung des Zugglases umgehen läßt, die Lampen und die Consumenten nichts dabei gewonnen haben, denn das an und für sich erwünschte Lossagen vom Zugglase müßte durch ein-

[1]) Welche Sorten auch für die vorhergehenden Brenneruntersuchungen benutzt wurden.

fachere, handlichere und zuverlässigere Mittel bewirkt werden, als es in diesem besonderen Fall geschehen ist.

Dolinin und Alibegow heben das Auffallende hervor, daß, wie ihre Untersuchungen beweisen, die Mehrzahl der Lampen nicht zufriedenstellend genannt werden könne und bezeichnen als Hauptursache eine zu geringe Luftzufuhr. Die Lampen sind überwiegend den Mustern für das amerikanische Erdöl, dem sie Genüge leisten, nachgebildet, mit den schwereren kaukasischen Oelen dagegen brennen sie schlechter und tritt dieser Uebelstand besonders für die Pyronaphta auf. Als beweisführend für ihre Annahme sehen Alibegow und Dolinin die Versuche mit der Herkuleslampe, die zwei Einströmungen besitzt, an, indem beim Verdecken einer derselben ihre Leistungsfähigkeit bedeutend herabgesetzt und dieselbe zum Rußen gebracht wird. Auch treten Dolinin und Alibegow der verbreiteten Ansicht entgegen, daß sich die Flachbrenner für das kaukasische Oel besser eignen als die Rundbrenner, und daß sich bei letzteren nur mit amerikanischem ein glänzendes Resultat erzielen läßt. Hauptsache bleibt das richtige Anpassen der Lampenconstruction an die geänderten Eigenschaften des kaukasischen Leuchtmaterials.

Die Frage, welche Lampensorte für die jeweilige Erdölsorte die zweckmäßigste ist, beschäftigt begreiflicherweise die interessirten Kreise aufs Nächstigste. Hängt doch damit nicht allein die progressive Verwendung des Erdöles zusammen, auch das steigende Lichtbedürfniß des consumirenden Publicums verlangt Beleuchtungsformen, die das Gas- und elektrische Licht auch dort, wo seine Verwendung schwer möglich ist, ersetzen sollen. In den Specialausstellungen wird der Lösung dieser Frage besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Oeffentliche Preisausschreibungen haben zur Construction von Lampen ganz verschiedenen Werthes geführt.

Im Nachfolgenden seien die Ergebnisse der Preisausschreibung, die in den Jahren 1888/89 in Rußland erfolgte, aus einem Berichte der Commission, bestehend aus den Herren Beilstein, Alibegow, Kurbatow, Lamansky, Djakonow, Lisenko, Alexejew, Tiesenholt und Schröder, mitgetheilt.

Diese Commission befaßte sich [1]) mit dem vergleichenden Studium bekannter und bewährter Lampenconstructionen und neuerer Lampenformen, die sich sowohl für Kerosin als auch für schwerere Oele eignen sollten. Die einzelnen Lampen und die Versuchsergebnisse mit denselben sollen später erläutert werden. Die Bedingung zur Erlangung der ausgesetzten Preise — speciell auf dem Concurse der Lampen für Schweröle — wurden von der Commission ausgearbeitet, in welcher Richtung dann die Lampen für Schweröle und auch diejenigen für Kerosin untersucht wurden.

In nachfolgender Tabelle sind die Analysen der verwendeten Versuchsöle: Kerosin, Pyronaphta und Schweröle ersichtlich:

---

[1]) Memoiren der kaiserl. chem. techn. Gesellschaft 1889, 23, Heft 8, 9 und 10. VI. Section der Ausstellung der Beleuchtungsgegenstände und Naphtaindustrie zu St. Petersburg.

	Kerosin von Nobel	Pyronaphta der russisch-amerikanischen Gesellschaft	Schweröle von der Kuskower Fabrik	Schweröle von der Stscherbakower Fabrik	Schweröle von der Rops'schen Fabrik
Specifisches Gewicht	0,824 bei 18°	0,854 bei 19°	0,869 bei 18°	0,871 bei 19°	0,871 bei 17,5°
Destillirt bis 150°	9,0	—	—	—	—
„ 150 bis 270°	73,4	35,4	17,5	14,4	einige Tropfen
„ über 270°	17,2	64,2	82,5	85,5	Rest
	99,6	99,6	100,6	99,9	—
Flammpunkt	34,5°	80°	97,5°	112°	133°
Asche in 100 g	keine	Spuren	0,002	0,005	0,003
Färbung mit Schwefelsäure	sehr schwach	braungelb	hellbraun	dunkelbraun	schwach
Viscosität bei 17,5°	—	1,9	3,0	3,0	7,4

Zu photometrischen Messungen wurden das Krüß'sche Photometer und die v. Hefner-Alteneck'sche Amylacetatlampe als Normallicht angewendet. Die Umrechnung geschah immer auf eine Wallrathkerze.

Kerosin- und Pyronaphtalampen.

Die Lampe der „Société anonyme pour la fabrication d'appareils d'éclairage“ ist aus der Fig. 215 ersichtlich. Die Lampen dieser Form sind mit centralem durch den Oelbehälter reichenden Luftzuführungsrohre und Brenner mit Scheibe versehen. Der innere Luftstrom wird durch die Scheibe *A*, die mit Oeffnungen *a* versehen ist, durch den an derselben befindlichen Knopf *B* von kleinerem Durchmesser verzweigt. Der eine Theil des Luftstromes wird zum unteren, der andere zum oberen Theile der Flamme gerichtet.

Der äußere Luftstrom, durch die Luftgallerie *K* und *L* zerstreut, wird gleichfalls durch die Kappe *C* in zwei Luftströme getheilt.

Der Docht bewegt sich in der Dochthülse, die von der Muffe *E* umhüllt ist, letztere ist bei *M* in den Lampenkörper geschraubt. Drei Federn *F* klemmen den Docht an und zwingen denselben, sich mit der Dochtröhre innerhalb *H* zu bewegen. Die an der äußeren Dochthülse befindliche Vertiefung *I* ertheilt den Federn die Lage, wie in der Figur angegeben, nach welcher sie den Docht befreien und ihn in der Muffe während des Abbrennens in die Höhe bewegen können.

Zum Füllen der Lampe dient eine im Behälter befindliche Oeffnung *O*, welche mit einem Pfropfen *R* zugeschraubt und mit einem Sicherheitsventil *P* versehen ist.

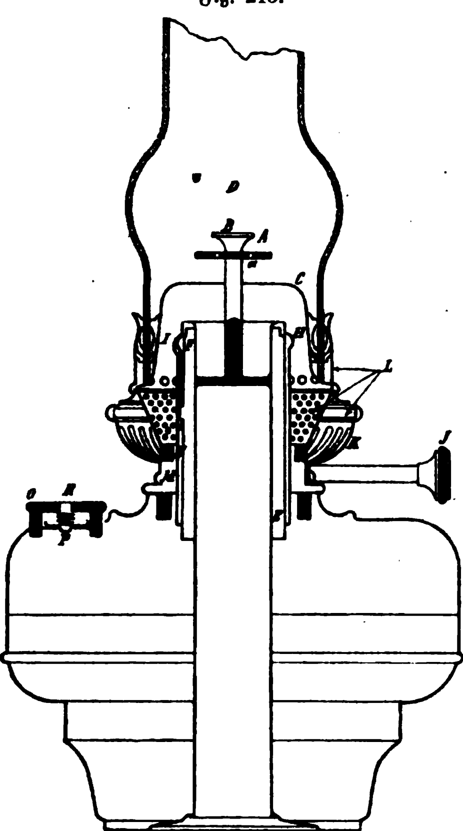
Die Versuche wurden mit zwei Exemplaren, einer Zwanziglinienlampe und einer Zweiundzwanziglinienlampe ausgeführt und ergaben folgende Resultate:

Die Zwanziglinienlampe.

	Mittlere Lichtstärke	Verbrauch per Licht und Stunde in Grammen	Rückgang aus der Mittelstärke	Erwärmung des Reservoirs
Mit Kerosin	25,15	3,84	8,1 Proc.	36°
„ „	34,13	3,14	6,6 „	34°
„ Pyronaphta	26,71	3,34	23,3 „	—
„ „	24,30	4,08	20,7 „	—

Die Lampe giebt eine schöne, ruhige Flamme. Der Docht wird gleichmäßig gehoben. Dasselbe gilt auch für die Zweiundzwanziglinienlampe.

Fig. 215.



Von Defrieslampen waren zwei Exemplare auf der Ausstellung, mit je einem runden und einem flachen Docht.

Der erste Typus mit rundem Docht (Fig. 216 u. 217, a. f. S.) wird in zwei Formen hergestellt, mit einer Scheibe von 25 bis 30 Lichtstärken und ohne dieselbe von 5 bis 12 Lichtstärken.

Alle Lampen dieses Typus sind mit centralem, durch den Oelbehälter reichendem Luftzuführungsrohre versehen. Die äußere Dochthülse *A* umschließt den Docht bis nach unten und verhindert das Eindringen der Flamme längs des Dochtes in den Raum oberhalb des Kerosins, vollständig. Die Dochtröhre *A* trägt die Schraube *B*, die Kammer und Einrichtung *D* zum Aufschrauben des Dochtes, und die Krone *C*.

Die Luft tritt ins Reservoir zwischen die Kammer und die diese umfassende trichterförmige Erweiterung des Behälters und durch den kleinen Spalt in der Schraube *B*, weshalb auch die Flamme des Brenners durch diesen Weg nicht in den Raum oberhalb des Kerosins eindringen

kann. Die Scheibe *E* sitzt auf einer ziemlich weiten Röhre *F*, die oben mit Einschnitten versehen ist, durch welche ein Theil des inneren Luftstromes dem

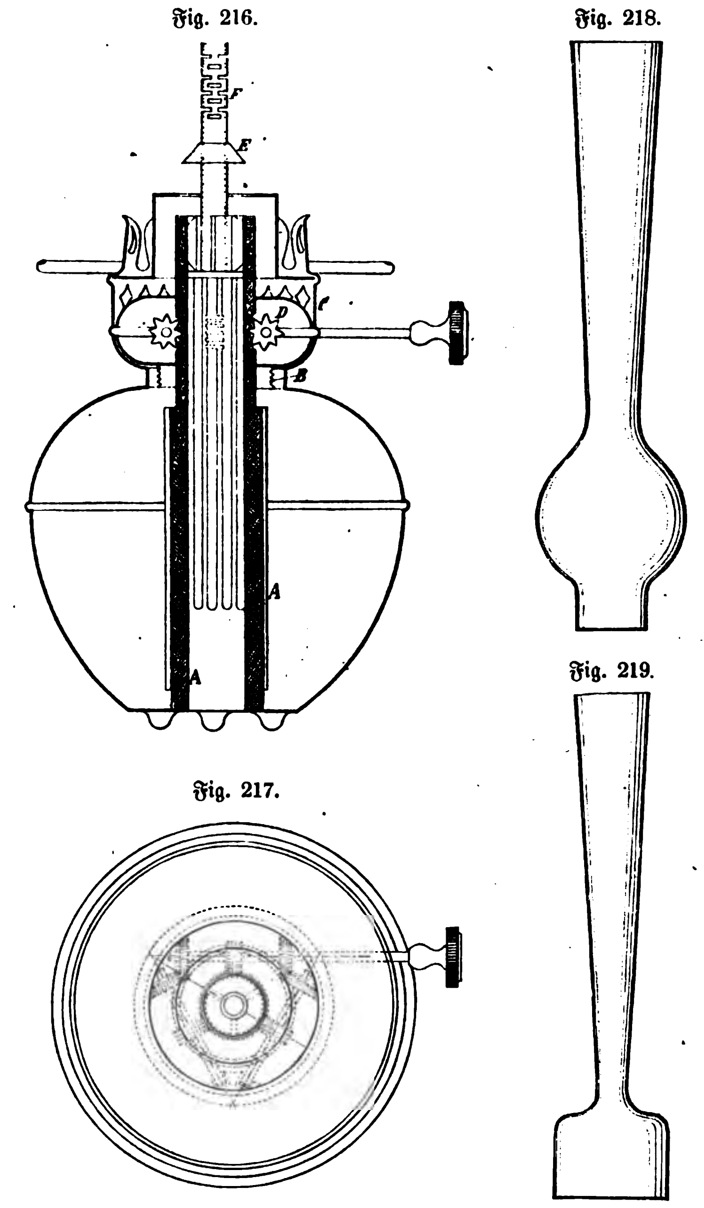


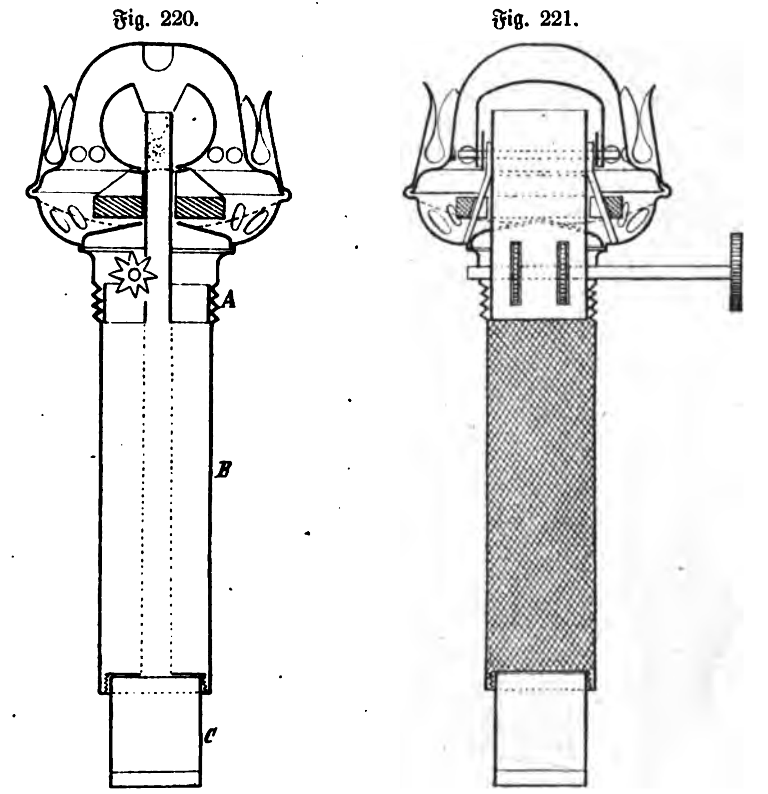
Fig. 216. Fig. 217. Fig. 218. Fig. 219.

oberen Theil der Flamme zugeführt wird. Das Bemerkenswerthe dieser Lampen ist, daß die äußere Dochtröhre etwa 2 mm kürzer als die innere ist.

Die Lampe mit Scheibe hat ein Glas, welches in der Flammengegend eine Erweiterung besitzt, wie in Fig. 218 ersichtlich; bei den Lampen ohne Scheibe ist das Glas in der Flammenhöhe geschnürt (Fig. 219). Die Flamme ist sehr weiß, schön und hat eine Glockenform. Diese Lampen haben einen Metallbehälter und sind durch die Einfachheit der Construction und durch Feuersicherheit besonders bemerkenswerth.

Von Lampen dieses Systemes mit flachem Docht wurde nur eine, die sogenannte Bauernlampe, vorgelegt (Fig. 220 und 221). Ein Messingbehälter,

Fig. 220. Fig. 221.



auf einem gleichfalls aus Messing hergestellten hohlen, mit Sand gefüllten Fuße ruhend, trägt den eigenthümlich construirten Brenner. Unterhalb der Schraube *A* (Fig. 220) ist der Brenner in der Röhre *B* verlängert, welche den Docht bis nach unten umschließt. Die Röhre *B* ist unten mit einem Bimssteinpfropfen *C* versehen, eine Einrichtung, welche es absolut unmöglich macht, daß die Flamme vom Brenner ins Innere des Behälters gelangt. Das Heben des Dochtes geschieht in gewöhnlicher Weise. Auf der Dochthülse befindet sich eine Löschvorrichtung, die beim Umstürzen der Lampe zuklappt.

Die Commission stellte mit diesen Lampen Versuche mit folgenden Resultaten an:

Lampe mit Rundbrenner und Scheibe, Sechsundzwanziglinienbrenner.

	Mittlere Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Temperatur-erhöhung	Rückgang der Flamme
Mit Kerosin . . .	40,61	3,98	19°	23,4 Proc.
„ „ . . .	48,23	3,06	31°	9,8 „
„ „ . . .	58,65	3,22	32°	21,5 „
„ Pyronaphta . .	40,30	4,03	—	30,5 „

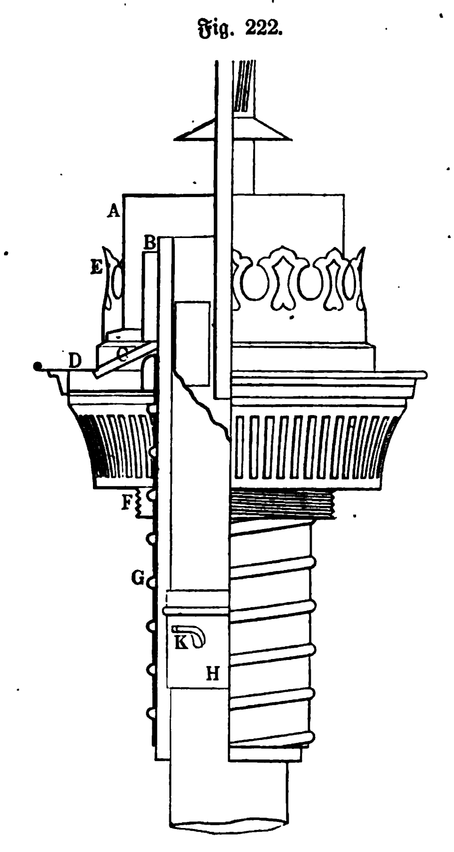
Giebt eine schöne, weiße und gleichmäßige Flamme. Versuche beim Umstürzen der Lampe gaben sehr gute Resultate. Sie kann also als eine Sicherheitslampe betrachtet werden.

Cabinetlampe (ohne Scheibe), 14 Linien.

	Mittlere Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Rückgang der Flamme
Mit Kerosin	10,85	4,13	11,1 Proc.

Die Bauernlampe mit einem Siebenlinienbrenner.

Fig. 222.



	Mittlere Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Rückgang der Flamme
Mit Kerosin	5,19	4,32	0 Proc.
„ „	4,74	4,68	10,7 „

Triumphlampe. Bei dieser Lampe ist der Brenner von Klüßmann verwendet, er besteht aus folgenden Theilen (Fig. 222): Die Kappe *A* und die Dochthülse *B* sind durch drei Zapfen *C* mit der Scheibe *D* verbunden. Der Ring *E*, der das Glas umschließt, ist gleichfalls an der Kappe befestigt. Dieses ganze System kann leicht durch *D* in dem zweiten Theile des Brenners gedreht werden. Dieser zweite Theil besteht aus einem Gitter, auf welchem *D* frei gelegen ist, aus der Schraube *F* und Muffe *G*, die mit einer Schraubenvertiefung versehen sind. Der cylinderförmige Docht sitzt auf dem Ringe *H*, welcher mit einem Zapfen *K* versehen ist, der, den Docht durchbohrend, in die Schraubenwindung der Muffe trifft. Die Röhre *B* ist der Länge nach mit einem Schlitz versehen, so daß der Zapfen *K*

sich leicht in derselben nach oben und unten bewegen kann. Beim Drehen zwingt die Röhre *B* den Ring, sich mit dem Dochte zu drehen, und da sich die Spitze der Spindel in der Schraubenwindung der Muffe *G* befindet, so muß sich mit ihm auch der Docht auf der Schraubenwindung bewegen. Die Luftzufuhr ist eine innere und äußere. Kappe und Scheibe sind den Defrieslampen ähnlich gestaltet. Das Glas hat eine elliptische Erweiterung.

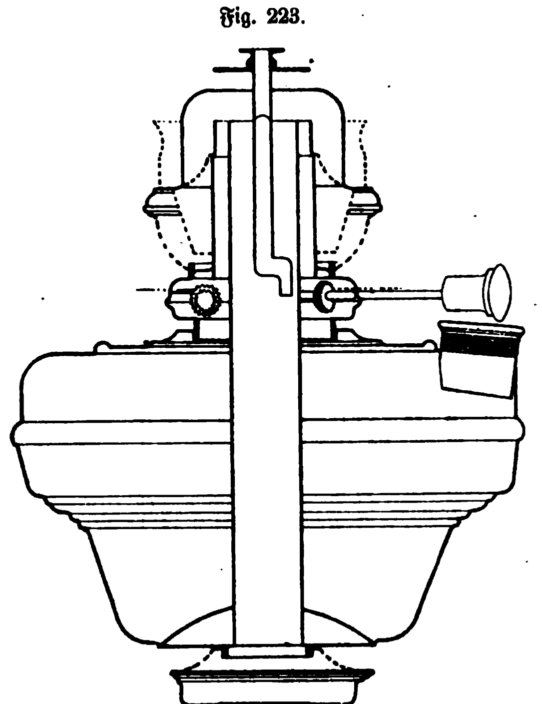
Ein Zweiundzwanziglinienbrenner gab folgende Resultate:

	Mittlere Lichtstärke	Oelverbrauch per Stunde in Grammen	Rückgang der Mittelstärke	Erwärmung im Behälter bis
Mit Kerosin . . .	30,57	3,56	18,6 Proc.	33⁰
„ Pyronaphta . .	30,42	3,67	36,6 „	35⁰
„ „ . .	31,01	3,61	29,8 „	35⁰

Die Lampe brennt mit einer schönen weißen Flamme.

Schnorr's Lampen (der Fabrik Hirschkorn), in den Figuren 223, 224 und 225, a. f. S., ersichtlich, haben runde Dochte und sind mit centralem, durch den Oelbehälter reichendem Luftzuführungsrohre versehen. Sie unterscheiden sich im Wesentlichen wenig von den Lampen der Société anonyme und sind nach dem Urtheile der Commission als dem Zweck nicht entsprechend befunden worden.

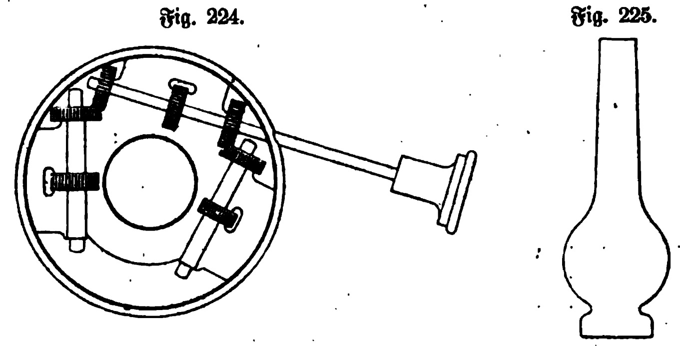
Fig. 223.



Gleich wie die Schnorr'schen Lampen construirt und ebenso ungünstige Resultate lieferte die Lampe Fig. 226, a. f. S., der Firma Wassermann in Petersburg, dagegen gab die Lampe Fig. 227, a. S. 403, derselben Firma günstige Resultate. Diese Lampe, mit einer besonderen centralen Luftzufuhr versehen, wie aus der Zeichnung ersichtlich, besitzt die Eigenthümlichkeit, daß die Oeffnung seitlich der Dochthülse ein besonderes Netz hat. Damit erzielt man die Unabhängigkeit der äußeren Luftzufuhr von der inneren und verstärkt beide hierdurch. Der Oelbehälter kann in Folge der Brennerconstruction keinen Luftcanal besitzen. Das Aufschrauben des Dochtes wird mit einer complicirten Einrichtung

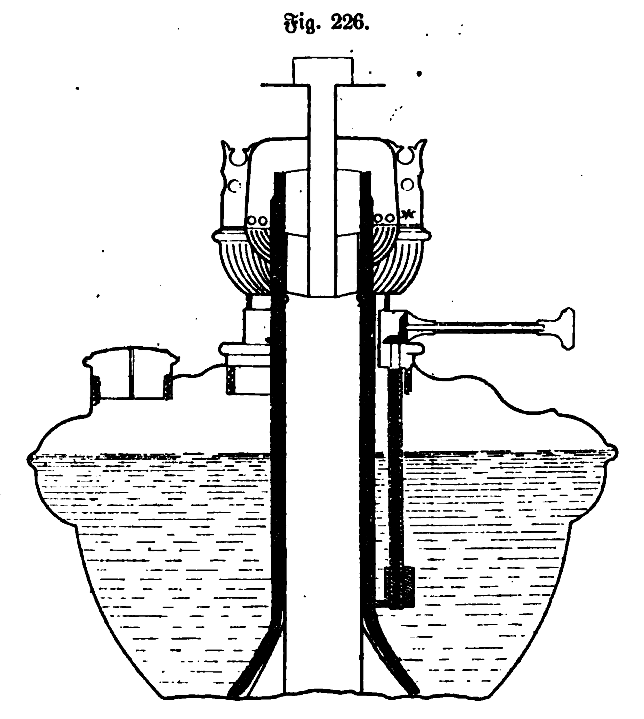
ausgeführt. Ein großer Fehler in der Construction des Brenners ist die ganze Reihe von Löchern am unteren Theile der Dochthülse, die zur Luftleitung in den

Fig. 224. Fig. 225.



Oelbehälter dienen und sich zugleich als gefährlich, im Falle eines Umstürzens der Lampe, erweisen, da das Kerosin aus denselben hinausläuft.

Fig. 226.



Die folgenden Resultate erhielt man bei dieser Lampe:

	Mitllere Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Rückgang	Erwärmung des Behälters
Mit Kerosin . .	25,22	3,42	2,2 Proc.	30°
„ „ . .	21,92	3,76	1,05 „	30°

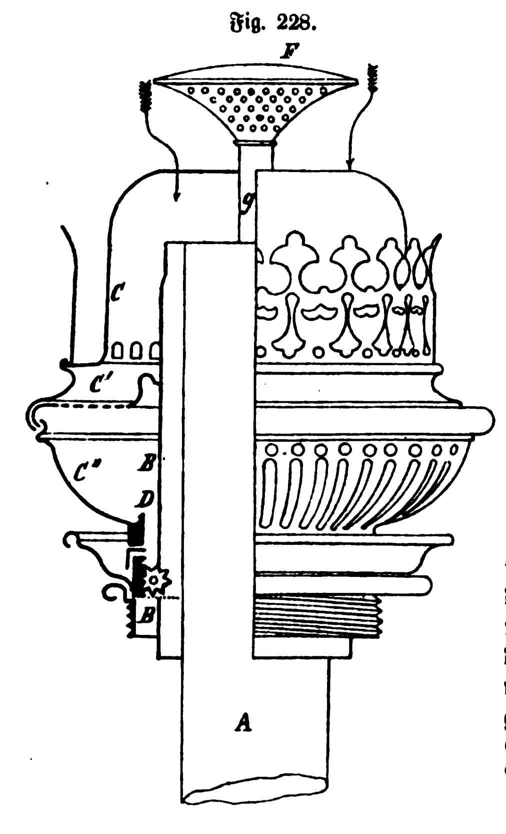
Fig. 227.

Die Flamme ist blendendweiß, auf dem Glase bildet sich jedoch ein Beschlag.

	Mittlere Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Rückgang
Mit Pyronaphta	24,03	3,06	9,0 Proc.

Mit Pyronaphta brennt diese Lampe gleichmäßiger als mit Kerosin.

Fig. 228.



Lampe von Schuster und Baer (Fig. 228). Der Brenner besteht aus drei Theilen: aus der inneren Dochthülse *A*, welche mit dem Oelbehälter ein Ganzes darstellt, der äußeren Dochthülse *B*, versehen mit einer den Docht bewegenden Vorrichtung, und dem äußeren Theile *C* des Brenners (bestehend aus Kappe, Krone für das Glas und *C' C''* für die Luftvertheilung), der mit dem ersten Theile durch die Schraube *D* verbunden ist. Auf dem Brenner befindet sich der Knopf (die Scheibe *F*), welcher mit feinen Oeffnungen an der unteren conusförmigen Fläche versehen ist. Die die Scheibe haltende Röhre *g* hat einen genügenden Durchmesser, um ausreichende Luftquantitäten dem oberen Theile der Flamme zuzuführen. Das doppelte Netz *C' C''* vertheilt den äußeren Luftstrom. Mittelst der oben beschriebenen Brennerconstruction erhält die Flamme eine sehr regelmäßige, schöne und beständige Form. Leider ist die Flamme nicht ganz weiß, und außerdem ist ein Theil der Leuchtflamme durch die Kappe verdeckt. Das Heben des Dochtes geschieht sehr regelmäßig. Das Glas ist cylindrisch mit einer Ausbauchung. Durch eine Seiten-

Nr. 23. Gewöhnlicher Flachbrenner.

	Lichtstärke	Verbrauch
Mit Kerosin	6,61	3,87 g
„ Pyronaphta . .	5,89	3,82 „

Nr. 24. Kumbergbrenner, bestimmt vom Erfinder zur Verbrennung schwerer Oele bis zum specif. Gew. 0,874 (bei 16°), prämiirt von Ragosin. Der Zweck wird vorzüglich durch eine geringe Höhe des Brennerkörpers und durch Anwendung sehr lose geflochtener Dochte erreicht. Lichtstärke mit Kerosin vom specif. Gew. 0,8228 (bei 15°) und achtstündiger Brenndauer durchschnittlich 7,05 mit 4 g Verbrauch für die Stunde und Kerze; ein zweiter Versuch mit siebenstündiger Dauer ergab 7,25 Lichtstärke und 4,1 g Verbrauch. Mit Pyronaphta von 0,858 specif. Gew. (bei 15°) und achtstündiger Versuchsdauer 6,47 Lichtstärke mit 4,02 g Verbrauch [1]). Erwärmung $7\frac{1}{2}$°.

Bei den Zehnlinienflachbrennern berichten Alibegow und Dolinin auch über Versuche mit zwei Lampen ohne Zuggläser, und zwar über die von Hitchcock und von Kumberg, die in der Construction wesentlich abweichen.

Bei der sogenannten mechanischen Lampe von Hitchcock wird statt mittelst des Cylinders der verstärkte Luftstrom durch einen im Fuße der Lampe untergebrachten complicirten Ventilator, der von Zeit zu Zeit neu in Gang gesetzt werden muß und leicht verdorben wird, erzeugt. Lichtstärke mit neuem Mechanismus (bei sechsstündiger Beobachtung) durchschnittlich 9,72 bei 3,42 g Verbrauch, mit geschwächtem Mechanismus 5,2 Lichtstärke und 4,04 g Verbrauch; bei einem zweiten Versuche ($7\frac{1}{2}$ stündiger Dauer) 5,33 Lichtstärke und 4,24 g Verbrauch. Der einzige Vortheil dieser Lampe ist ihre Gefahrlosigkeit, indem beim Umwerfen die Flamme augenblicklich von selbst erlischt.

Die automatische Lampe von Kumberg entbehrt eines besonderen Mechanismus zur Zugsteigerung, letztere wird durch Vorwärmung der Luft von selbst bewirkt, in der Art, daß über der Flamme ein umgekehrter Trichter von einer (oder zwei) erst aufwärts, dann abwärts gebogenen Röhre emporgehalten wird, in den die Verbrennungsgase mit Luft gemischt einströmen und von unten wieder zur Flamme zugeführt werden. Die Versuche mit dieser Lampe stammen von Prof. Lamansky her, und betrug die Lichtstärke für Kerosin:

a) 12,2 mit 3,66 g Verbrauch,
b) 12,2 „ 3,54 „ „

Mithin ist die Wirkung dieser Lampe eine zufriedenstellende, dabei unterscheidet sie sich vortheilhaft von den vorhergehenden durch Einfachheit und Billigkeit, sie kann jedoch nur als Hängelampe verwendet werden. Beide Lampen müssen vor stärkerer Luftbewegung geschützt werden, denn selbst unbedeutende Strömungen verursachen sofort ein Rußen der Flamme.

Im Allgemeinen geben Alibegow und Dolinin ihr Urtheil über diese Art von Brennern dahin ab, daß, obwohl sich die Verwendung des Zugglases umgehen läßt, die Lampen und die Consumenten nichts dabei gewonnen haben, denn das an und für sich erwünschte Lossagen vom Zugglase müßte durch ein-

[1]) Welche Sorten auch für die vorhergehenden Brenneruntersuchungen benutzt wurden.

fachere, handlichere und zuverlässigere Mittel bewirkt werden, als es in diesem besonderen Fall geschehen ist.

Dolinin und Alibegow heben das Auffallende hervor, daß, wie ihre Untersuchungen beweisen, die Mehrzahl der Lampen nicht zufriedenstellend genannt werden könne und bezeichnen als Hauptursache eine zu geringe Luftzufuhr. Die Lampen sind überwiegend den Mustern für das amerikanische Erdöl, dem sie Genüge leisten, nachgebildet, mit den schwereren kaukasischen Oelen dagegen brennen sie schlechter und tritt dieser Uebelstand besonders für die Pyronaphta auf. Als beweisführend für ihre Annahme sehen Alibegow und Dolinin die Versuche mit der Herkuleslampe, die zwei Einströmungen besitzt, an, indem beim Verdecken einer derselben ihre Leistungsfähigkeit bedeutend herabgesetzt und dieselbe zum Rußen gebracht wird. Auch treten Dolinin und Alibegow der verbreiteten Ansicht entgegen, daß sich die Flachbrenner für das kaukasische Oel besser eignen als die Rundbrenner, und daß sich bei letzteren nur mit amerikanischem ein glänzendes Resultat erzielen läßt. Hauptsache bleibt das richtige Anpassen der Lampenconstruction an die geänderten Eigenschaften des kaukasischen Leuchtmaterials.

Die Frage, welche Lampensorte für die jeweilige Erdölsorte die zweckmäßigste ist, beschäftigt begreiflicherweise die interessirten Kreise aufs Mächtigste. Hängt doch damit nicht allein die progressive Verwendung des Erdöles zusammen, auch das steigende Lichtbedürfniß des consumirenden Publicums verlangt Beleuchtungsformen, die das Gas- und elektrische Licht auch dort, wo seine Verwendung schwer möglich ist, ersetzen sollen. In den Specialausstellungen wird der Lösung dieser Frage besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Oeffentliche Preisausschreibungen haben zur Construction von Lampen ganz verschiedenen Werthes geführt.

Im Nachfolgenden seien die Ergebnisse der Preisausschreibung, die in den Jahren 1888/89 in Rußland erfolgte, aus einem Berichte der Commission, bestehend aus den Herren Beilstein, Alibegow, Kurbatow, Lamansky, Djakonow, Lisenko, Alexejew, Tiesenholt und Schröder, mitgetheilt.

Diese Commission befaßte sich [1]) mit dem vergleichenden Studium bekannter und bewährter Lampenconstructionen und neuerer Lampenformen, die sich sowohl für Kerosin als auch für schwerere Oele eignen sollten. Die einzelnen Lampen und die Versuchsergebnisse mit denselben sollen später erläutert werden. Die Bedingung zur Erlangung der ausgesetzten Preise — speciell auf dem Concurse der Lampen für Schweröle — wurden von der Commission ausgearbeitet, in welcher Richtung dann die Lampen für Schweröle und auch diejenigen für Kerosin untersucht wurden.

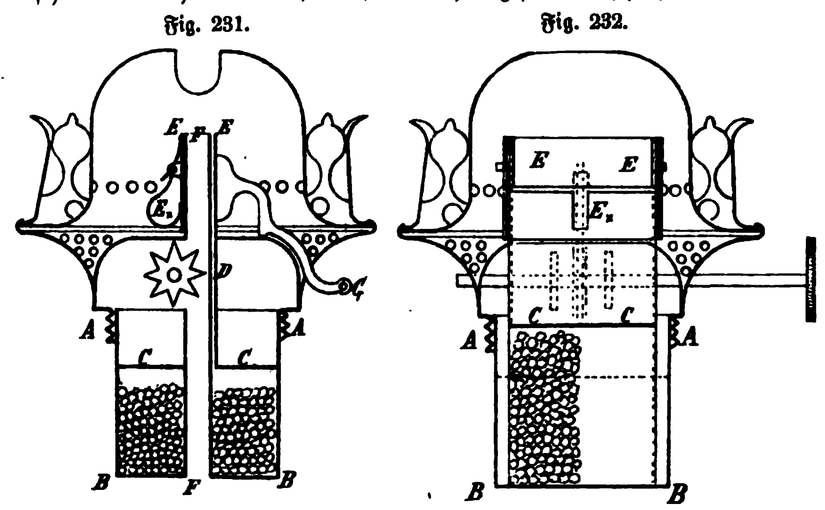
In nachfolgender Tabelle sind die Analysen der verwendeten Versuchsöle: Kerosin, Pyronaphta und Schweröle ersichtlich:

---

[1]) Memoiren der kaiserl. chem. techn. Gesellschaft 1889, 23, Heft 8, 9 und 10. VI. Section der Ausstellung der Beleuchtungsgegenstände und Naphtaindustrie zu St. Petersburg.

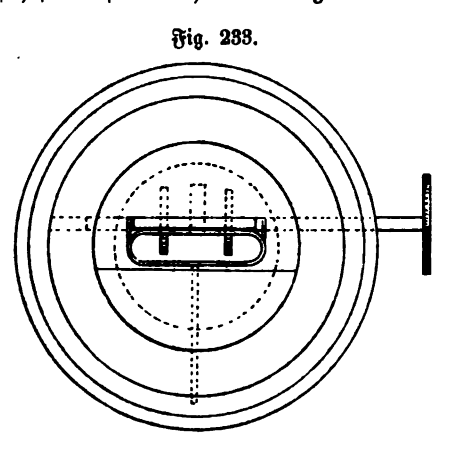
2. Der Achtlinienflachbrenner (Fig. 231, 232, 233) besitzt einen automatischen Löscher. Der Cylinder AA, BB, mit Schrot gefüllt, umschließt den Brenner.

Fig. 231. Fig. 232.



Der Löscher E ist durch einen Draht mit der Scheibe CC verbunden, welche sich frei auf dem Cylinder bewegen kann. Durch den Hebel G kann der Löscher gesenkt und die Lampe angezündet werden, F ist die Dochtführung. Wenn die Lampe beim Umstürzen eine horizontale Lage annimmt, so verschiebt sich, wie aus Fig. 232 ersichtlich, durch den Schrot die Scheibe, wobei der Löscher in Thätigkeit gesetzt wird und die Flamme auslöscht.

Fig. 233.



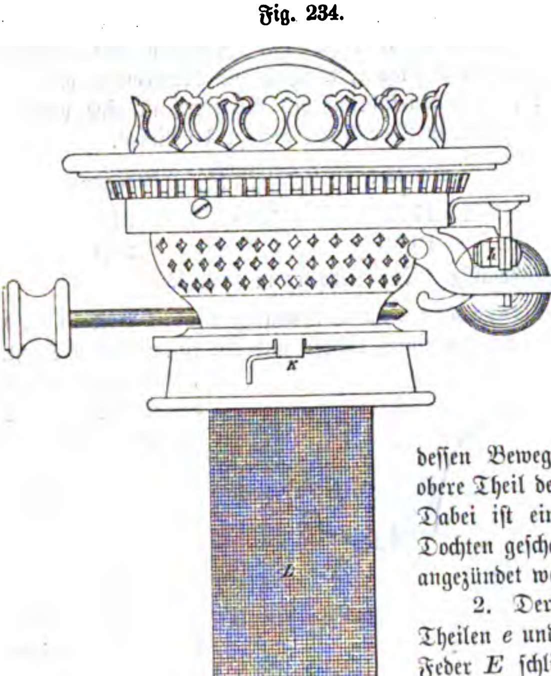
Der Brenner ist sehr einfach, die Luftzufuhr ist frei. Als Nachtheil ist die Unbequemlichkeit des Reinigens zu betrachten, da die Kappe am unteren Theile des Brenners befestigt ist.

	Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Rückgang
Mit Kerosin	6,99	3,62	5,7 Proc.
„ „	8,70	3,37	0,7 „

Die Lampe brennt mit einer schönen, gleichmäßigen Flamme und hinterläßt nicht viel Kohle am Dochte.

Lampe von Hinks (Fig. 234, 235, 236, a. S. 408, 236 a, a. S. 409). Der „Duplexbrenner“ stellt einen sehr interessant ausgearbeiteten Typus eines

Fig. 234.

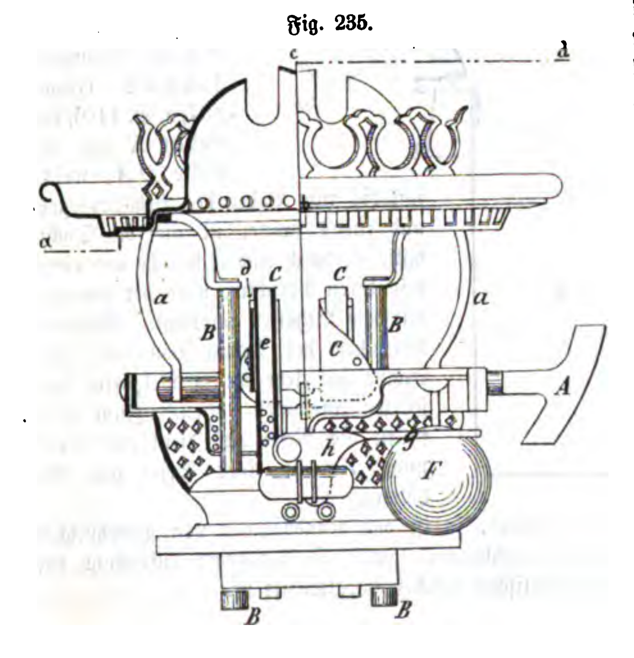


Flachbrenners mit zwei parallel eingepaßten Dochten dar. Er besitzt folgende Einzeleinrichtungen:

1. Glasheber *A*. Die Brennerkappe stellt ein Ganzes mit der Krone für das Glas dar; *B B* zwei Spindeln dienen zur Regulirung der Bewegung. Das Heben geschieht mittelst des Schlüssels *A*, durch dessen Bewegung *a a* und damit der obere Theil des Brenners gehoben wird. Dabei ist ein leichter Zugang zu den Dochten geschaffen, welche gerichtet und angezündet werden können.

2. Der Löscher besteht aus zwei Theilen *e* und *d*, die sich mittelst der Feder *E* schließen. Zwei Löscher sind auf den Dochthülsen *C C* aufgesetzt und mit einander durch eine im Ausschnitte des Hebels sich bewegende Spindel verbunden. Die Feder *E* zwingt den Hebel *D*, die Lage (mit Punktirung *D* angedeutet) anzunehmen, bei welcher die Löscher geschlossen sind. Bei einer Steigerung des Brenners ändert die kleine Kugel *F* die Lage im Ringe *g* der Klammer *h*, stößt ihn an und zieht die Klammer weg; es hebt hierbei die Feder *E* den Hebel *D* und zugleich auch die Löscher,

Fig. 235.



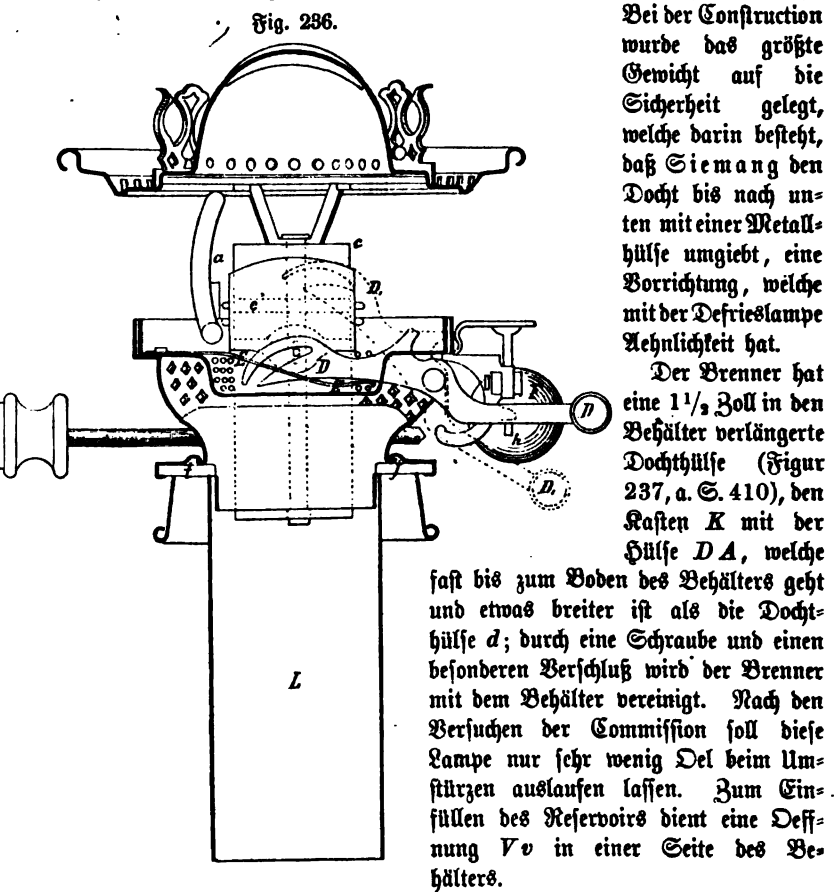
welche sich sofort schließen, also die Flamme löschen. Der Brenner ist mit dem Behälter durch einen Bajonnetverschluß *K* verbunden. Zwischen dem Brenner und Behälter ist ein Korkpfropfen *J* gelegen, weshalb die Erwärmung des Behälters eine sehr geringe ist. Die Ausführung des Brenners ist eine vorzügliche und genügend massive. Die Einzeldochtbreite beträgt 10 Linien.

	Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Rückgang
Mit Kerosin	17,38	3,48	21,5
„ „	19,86	3,38	25,1

Die Lampe brennt gleichmäßig. Der Behälter ist aus Glas.

Universalsicherheitslampe von Siemang (Fabrik Breden). Es wurden zwei Lampen ausgestellt, mit einem runden und mit einem flachen Docht.

Fig. 236.



Bei der Construction wurde das größte Gewicht auf die Sicherheit gelegt, welche darin besteht, daß Siemang den Docht bis nach unten mit einer Metallhülse umgiebt, eine Vorrichtung, welche mit der Defrieslampe Aehnlichkeit hat.

Der Brenner hat eine $1^{1}/_{2}$ Zoll in den Behälter verlängerte Dochthülse (Figur 237, a. S. 410), den Kasten *K* mit der Hülse *DA*, welche fast bis zum Boden des Behälters geht und etwas breiter ist als die Dochthülse *d*; durch eine Schraube und einen besonderen Verschluß wird der Brenner mit dem Behälter vereinigt. Nach den Versuchen der Commission soll diese Lampe nur sehr wenig Oel beim Umstürzen auslaufen lassen. Zum Einfüllen des Reservoirs dient eine Oeffnung *Vv* in einer Seite des Behälters.

Was die Brenner anbelangt, so ist der Rundbrenner von gewöhnlicher Construction, während der Flachbrenner durch die gedrängte Luftzufuhr zur Flamme und durch den automatischen Löscher charakterisirt ist.

Lampe mit Rundbrenner, 10 Linien Dochtbreite.

	Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Rückgang
Mit Kerosin	7,22	3,98	1,6 Proc.
„ „	7,99	3,94	0 „
„ Pyronaphta . . .	6,68	4,27	2,7 „

Die Flamme ist bei Verwendung von Pyronaphta röthlich.

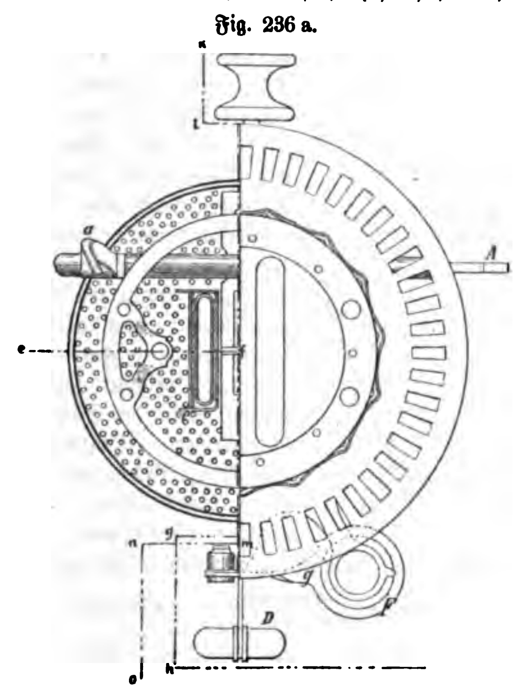
Flachbrenner, 8 Linien Dochtbreite.

	Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Rückgang
Mit Kerosin	8,47	3,33	6,7 Proc.
„ „	8,19	3,49	11,9 „

Mit Pyronaphta erzielte man ungünstige Resultate.

Lampe von Dubosque. Diese, sowie die folgenden Lampen von Bayle sind dadurch charakterisirt, daß sie sehr hohe Behälter besitzen, welche der Form nach an die Carcel- oder Moderateurlampen erinnern. Die Lampe von Dubosque, aus Messing mit einem durchsetzten Behälter, cylindrischem Docht und einer Scheibe, hat einen sehr einfach construirten Brenner, wie aus der Zeichnung (Fig. 238, a. S. 411) ersichtlich. Das Heben des Dochtes geschieht durch eine Schraube. Die freie Communication zwischen der Flamme und dem Inneren des Behälters machen die Lampe sehr gefährlich. Die Brennversuche ergaben ungünstige Resultate.

Fig. 236 a.



Lampen von Bayle. Von den ausgestellten drei Lampen hatten zwei Oelbehälter, welche denen von Dubosque glichen, die dritte ist eine Argandlampe, die Dochte sind alle cylindrisch. Bei den ersten zwei Lampen sind die Behälter durchbrochen. Die Construction ist sonst eine einfache. Das Glas hat die in Fig. 238, a. S. 411, angegebene Form. Man erhält eine kurze, schwach conische Flammenform, welche blendendweiß ist. Charakteristisch ist, daß die ersten zwei Lampen trotz der bedeutenden Höhe des

Behälters sehr gleichmäßig und mit einem unbedeutenden Rückgang gebrannt hatten, ein Factum, welches beweist, daß Kerosin und Pyronaphta ohne Schwierigkeiten auf bedeutende Höhen im Dochte steigen können.

Die dritte Lampe wurde nicht probirt, weil sie nicht ganz in Ordnung war. Die Versuche mit den beiden anderen Lampen ergaben folgende Resultate.

Dochtbreite 20 Linien.

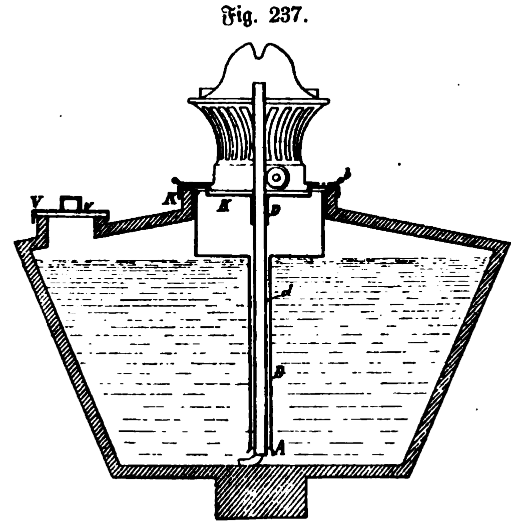
	Mittlere Lichtstärke	Verbrauch in Grammen
Mit Kerosin	6,63	4,23
„ Pyronaphta	5,5	4,9

Dochtbreite 28 Linien.

Mit Kerosin	10,47	4,16
„ „	11,32	4,26
„ Pyronaphta	8,22	4,61

Lampe von Lippert. Sie ist mit einer pneumatischen Vorrichtung versehen. Die in Fig 239 angegebene Zeichnung illustrirt die Construction derselben. Die Säule *A* trägt den durchlochten Behälter *B*. Die durch denselben durchgehende Röhre *C* scheint die Fortsetzung der Säule zu sein. Die flache Dochthülse ist in der Achse dieser Röhre gelegen und mit der Kappe *D* zugedeckt. Die Oeffnung *E* dient zum Füllen der Lampe und ist mit einem Pfropfen zugeschraubt. Zur Zugerzeugung befindet sich im unteren Theile der Säule als Vorwärmer (Hülfslampe) eine kleine Lampe von sehr guter Construction. Man erhält mit der Lampe, durch erzielten Zug, ein sehr schönes Licht. Die Resultate der Versuche sind folgende:

Fig. 237.



	Lichtstärke	Verbrauch in Grammen	Rückgang
Mit Kerosin	18,48	3,81	10,8 Proc.
„ „	17,09	3,90	2,5 „
„ Pyronaphta	15,97	3,60	6,6 „

Der Verbrauch im Vorwärmer ist schon im Gesammtverbrauche enthalten.

Lampe von Makarow mit Vorwärmer oder Hülfslampe. Aus der schematischen Zeichnung in Fig. 240, a. S. 412, ist die Construction der Lampe

ersichtlich. Die Röhre *A* trägt in ihrem unteren Ende einen durchbrochenen Behälter *B*. Die flache Dochthülse *b* ist wie bei der Lampe von Lippert in der inneren Fläche der breiteren Röhre angelöthet, welche den Behälter durch-

Fig. 238.

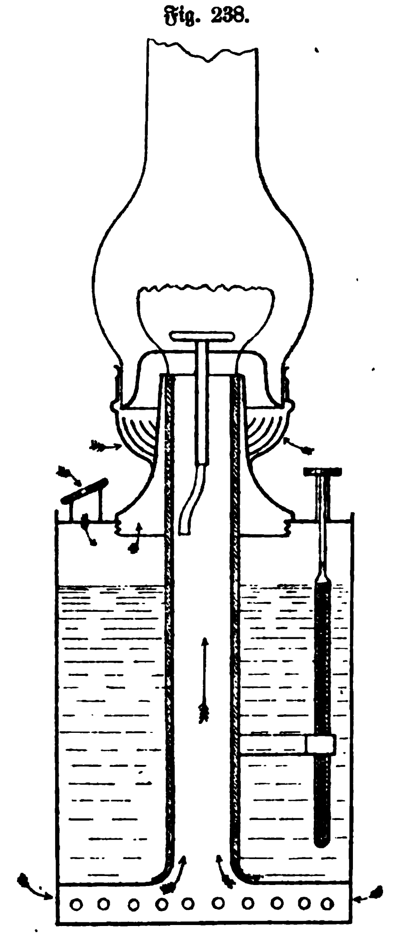
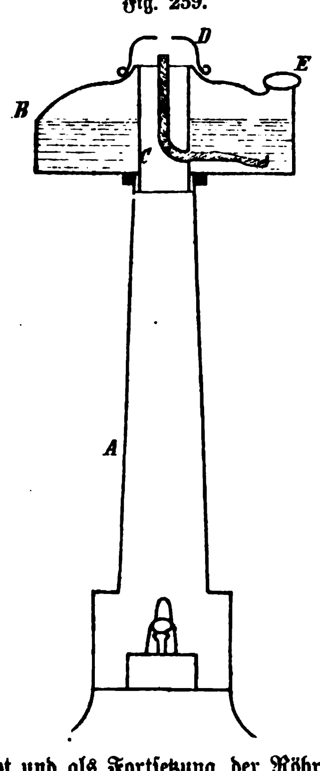


Fig. 239.



locht und als Fortsetzung der Röhre *A* dient. Auf der Dochthülse befindet sich die Kappe *c*.

Das Röhrchen *d* verbindet den Behälter mit dem Lämpchen *e*, welches sich am anderen, unten offenen Ende der Röhre *A* befindet. Die Flamme des Lämpchens *c* ruft einen Zug hervor und verschafft dem Brenner genügend Luft.

Zehnlinienbrenner:

	Lichtstärke	Verbrauch in Grammen
Mit Kerosin	9,14	4,55

Fünflinienbrenner:

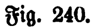
Mit Kerosin	3,75	5,42

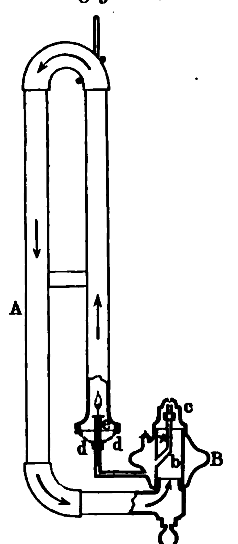
Ehe die Resultate der Concursausschreibung für Schweröllampen eingehender besprochen werden, mögen hier im Anhange die Brenner- und Lampenconstruc-

tionen der bewährten und renommirten Firmen Schuster und Baer, Wild und Wessel in Berlin und R. Ditmar in Wien gebührende Erwähnung finden. Einige derselben bildeten die Untersuchungsobjecte für die Arbeiten von Dolinin und Alibegow und fanden im entsprechenden Theile dieses Capitels auch Erwähnung.

Während Wild und Wessel'sche Lampen sich durch ihre Construction hauptsächlich für den Consum von amerikanischem, somit kohlenstoffärmerem Petroleum eignen, lassen sich die Schuster und Baer'schen und zwar mit entschiedenem Erfolg für Bakuöle verwenden.

Der von der letzteren Firma in Fig. 228 ersichtliche Patentreichsbrenner, auch Patentintensivblitzlampe II genannt, wurde dort eingehend beschrieben; er zeichnet sich durch bedeutende Leuchtkraft aus, besitzt eine ruhige Flamme, enthält einen Fransendocht mit ca. 25 bis 26 cm langen Fransen und ist im Uebrigen durch solide Construction, die ein Schiefschrauben des Dochtes nicht zuläßt, charakterisirt. Er wird in den Dimensionen von 20, 30 und 40 Linien Größe erzeugt, trägt einen kugelförmigen Krystallcylinder mit perforirter Brandkapsel. Das durch das Bassin gehende Luftrohr ist gleichzeitig Dochtträger.

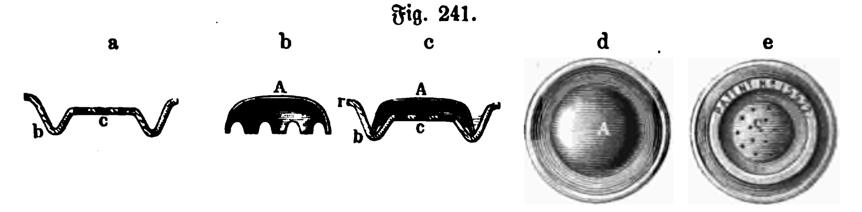

Fig. 240.



Diesem Brenner ähnlich construirt ist der Patentreichsbrenner Nr. I, ebenfalls mit schlankem Krystallcylinder und mit durchlochter Brandscheibe. Er wird in gleichen Dimensionen wie der erste dargestellt. Nach Angabe der Fabrikanten soll der Vierziglinienbrenner bei 115 Normalkerzen (unerwähnt, ob als Mittel und welches Normallicht) Leuchtkraft 195 g Petroleum per Stunde verbrauchen.

Der von Dolinin und Alibegow untersuchte Patentmondbrenner oder Solarölbrenner mit isolirter innerer Luftzuführung und durchlochter Brandscheibe ist einer der leistungsfähigsten Brenner für schwerere und besonders russische Oele; er trägt, gleich wie die meisten anderen Lampen der Firma, den patentirten hydraulischen Sicherheitsverschluß. Letzterer (Fig. 241 a bis e) besteht

Fig. 241.



aus zwei Theilen: 1. aus dem napfartig gestalteten Behälter (Fig. 241 a) mit der ringförmigen Vertiefung *b b*, welche um eine in der Mitte befindliche Erhöhung *c*, die siebartig feine Löcher aufweist, läuft; 2. Fig. 241 b aus

einer Glocke *A*, welche die mit feinen Löchern versehene Erhöhung überdeckt. Fig. 241 c, 241 d, 241 e zeigen die verschiedenen Ansichten. Der Verschluß ist rund für Rundbrenner und halbrund für Flachbrenner. Beim Gebrauch der Lampe füllt sich die Vertiefung *bb* mit dem eventuell übersteigenden Petroleum, sowohl oberhalb als innerhalb der Glocke *A*, und fließt bei *c* durch die Löcher in das Bassin zurück; es bildet also auf diese Weise das im Sicherheitsverschluß befindliche Petroleum einen hermetischen Verschluß.

Fig. 242.



Von derselben Firma wird der Zwanziglinienpatentreichscometrundbrenner, auf 14 Linien Berliner Normalgewind passend, hergestellt. Als besonderer Vortheil wird bei dieser Brennerconstruction ein Kühlbleiben des Brenners gerühmt.

Endlich bringt die Firma bei ihren Rundbrennern Nr. 15 und Nr. 16 eine neue regulirbare Luftzuführung an, die es ermöglicht, der jeweiligen Natur des Oeles angepaßt, Luft zuzuleiten. Die Luftzuführung wird folgendermaßen bewerkstelligt: Zwei über einander liegende Platten, mit correspondirend liegenden Oeffnungen versehen, sind an dem Boden des Cylinderhalters befestigt. Durch Drehen der einen Platte lassen sich die Luftzuführungseinschnitte beliebig verdecken oder öffnen.

Von der Firma Wild und Wessel werden, wie bereits erwähnt, hauptsächlich Lampen für den Consum von amerikanischem Petroleum erzeugt.

Der von derselben Firma erzeugte Vulcanbrenner (Fig. 242), D. R.-P. Nr. 16 783, wird in Dimensionen von 14 bis 50 Linien (als Kosmosvulcanbrenner) hergestellt. Diese Brenner sind mit Schlauchdocht und Saugsträhnen versehen. Der Docht ist vollkommen geschlossen und daher sehr bequem zu handhaben.

Der von der Firma R. Ditmar in Wien construirte Patentsaugdochtsonnenbrenner ist durch die bedeutende Leuchtkraft und den verhältnißmäßig geringen Petroleumverbrauch charakterisirt.

Dieser Brenner (Fig. 243) besteht aus folgenden Theilen: 1. aus dem Glasträger (auch Gallerie oder Krone genannt) (Fig. 243 a); 2. dem Saugdochtmantel (Fig. 243 b); 3. dem Brennermitteltheile sammt Schlüssel (Fig. 243 c); 4. dem Injector *E* mit dem Flammentheiler *F* (Fig. 243 d), dem Brennermittel-

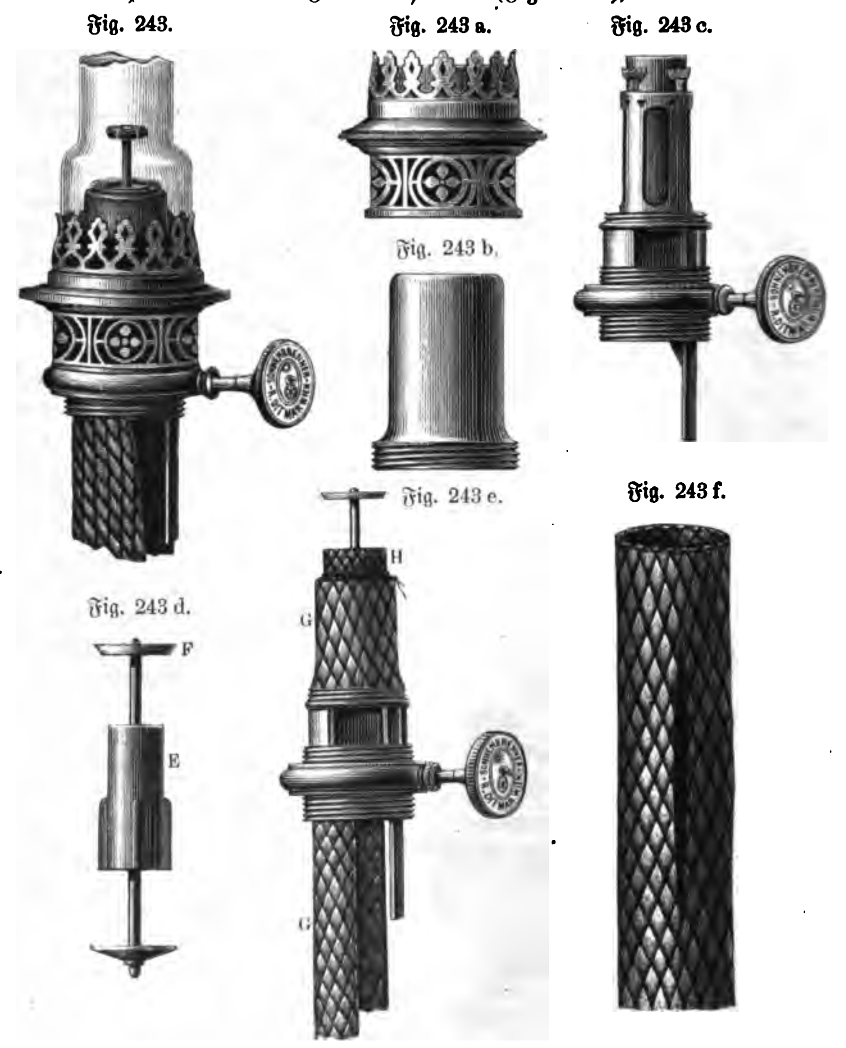


Fig. 243. Fig. 243 a. Fig. 243 c. Fig. 243 b. Fig. 243 e. Fig. 243 f. Fig. 243 d.

theile sammt den beiden eingezogenen Dochten, dem Saugdocht *G* und dem Brenndocht *H* (Fig. 243 e und f).

Ditmar's k. k. priv. Brillantmeteorbrenner, 15 und 20 Linien mit Kugelflamme, besitzt eine höchst einfache Construction, welche es ermöglicht, die Galleriekrone *K* (Fig. 244) durch eine Vierteldrehung nach rechts aufzuheben,

im gehobenen Zustande durch eine weitere Drehung nach rechts wieder festzustellen (Fig. 244 a) oder auch ganz abzuheben, wodurch eine leichte Behandlung der Lampe, hinsichtlich des Anzündens, Auslöschens, Reinigens und Dochtschneidens ermöglicht wird.

Fig. 244. Fig. 244 a. Fig. 244 c.

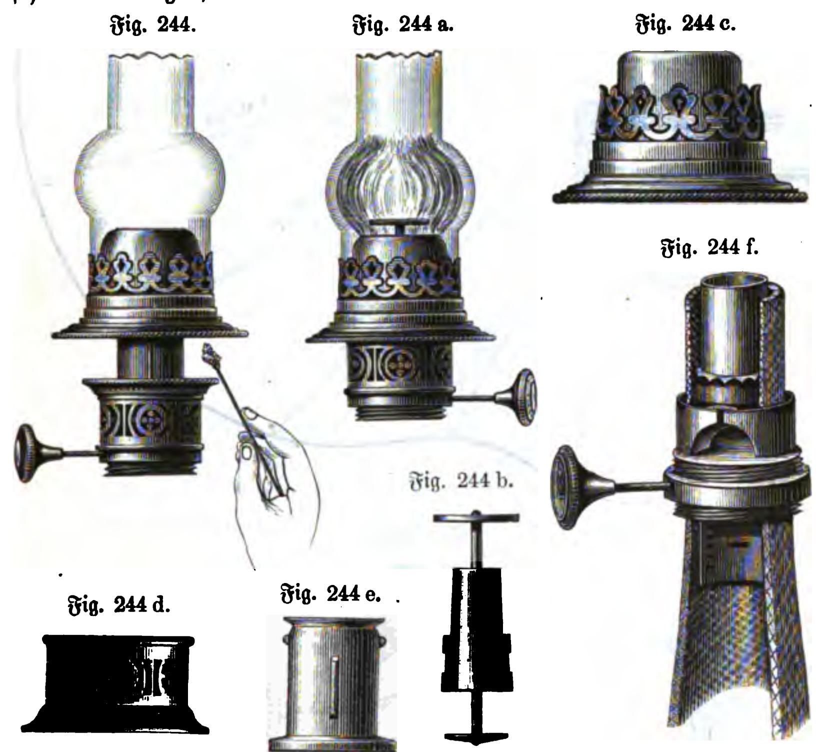


Fig. 244 f. Fig. 244 b. Fig. 244 d. Fig. 244 e.

Der Brenner hat folgende Bestandtheile:

1. den Injector mit dem Flammentheiler (Fig. 244 b);
2. die Gallериekrone (Fig. 244 c);
3. die Gallerie (Fig. 244 d);
4. den Dochtmantel (Fig. 244 e);
5. den Brennermitteltheil mit Dochtschlüssel und eingezogenem Docht (Fig. 244 f).

R. Ditmar's k. k. priv. Dreißiglinien-Wiener-Blitzlampe mit Brandring. Diese Lampe ist durch ihre intensive Lichtstärke bei verhältnißmäßig geringem Oelverbrauch charakterisirt.

Nach den Untersuchungen von Prof. Rudolf Benedikt gab die Lampe 104 Lichtstärken, bei Anwendung der v. Hefner-Alteneck'schen Normallampe als Einheit.

Der Verbrauch per Stunde ist 203 g, so daß der Petroleumconsum per Kerze und Stunde 1,95 g beträgt, was als eine außerordentliche Leistung zu bezeichnen ist.

Fig. 245.

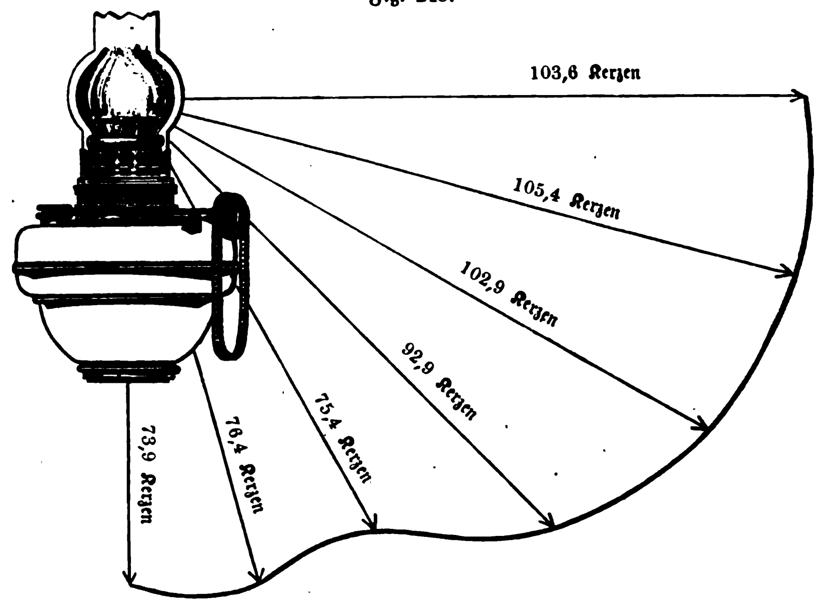


Fig. 245 a.



In Fig. 245 sind die Lichtintensitäten der an verschiedenen Stellen von der Leuchtflamme verbreiteten Lichtstrahlen, von Prof. Leonhard Weber in Breslau bestimmt, ersichtlich. Die beigedruckten Zahlen in Fig. 245 geben in v. Hefner-Alteneck'schen Normallichtstärken die Leuchtkraft an, welche in der Richtung der betreffenden Strahlen wirkt. Für die Messungen wurde Petroleum gewöhnlicher Qualität verwendet.

Außer durch die bedeutende Leuchtkraft zeichnet sich die Lampe auch durch ihre praktische Handhabung, einfache Behandlungsweise und endlich dadurch aus, daß sie von unten angezündet, regulirt und ausgelöscht werden kann.

Bemerkenswerth ist auch hier die Anwendung eines sogenannten Brandringes (Fig. 245 a), der, auf den Luftzugmantel lose aufgesetzt, den besonderen Zweck hat, die Luftströmung derart genau zu regeln, daß sich die Flamme in ihrem ganzen Umfange gleichmäßig entwickelt und dadurch also die Leuchtkraft auf einen hohen Punkt bringt.

Lampen für Schweröl.

Auf der oben erwähnten russischen Ausstellung in Petersburg wurden zwei Preise für die besten Schweröllampen ausgeschrieben.

1. Ein Preis von 2500 Rubel für eine vervollkommnete sogenannte „Bauernlampe“ (Lampe, den Bedürfnissen der Bauern entsprechend) zum Verbrennen eines Oeles von mindestens 0,870 (bei 15° C.) specif. Gew.

Eine solche Lampe sollte folgenden Bedingungen genügen:

a) Bei achtstündiger Brenndauer im Mittel eine Leuchtkraft von vier Kerzen entwickeln und für Kerze und Stunde höchstens 4 g Oel verbrauchen, wobei der Gesammtverbrauch nicht über 20 g in der Stunde steigen soll.

b) Es darf der Unterschied zwischen dem Maximum und Minimum der Leuchtkraft während der achtstündigen Brenndauer nicht mehr als eine Kerze betragen.

c) Die Flamme muß ruhig brennen, d. h. sie darf nicht flackern.

d) Die Lampe muß einen Metallbehälter für das Oel haben, dabei möglichst billig, fest und einfach construirt sein, um leicht gehandhabt werden zu können.

e) Um auch die Schweröllampen für die Benutzung von Erdöl brauchbar machen zu können, darf das Oel im Metallbehälter sich nicht mehr als um 7° C. über die Temperatur der umgebenden Luft (18 bis 25°) erwärmen.

2. Ein Preis im Betrage von 1000 Rubel für eine gewöhnliche Hauslampe zum Gebrauche von Schweröl von mindestens 0,870 specif. Gew. bei 15° C.

Folgende Bedingungen wurden für diese Lampe festgestellt:

a) Die Lampe muß bei achtstündiger Brenndauer eine Leuchtkraft von mindestens 12 Kerzen entwickeln, bei einem Verbrauche von höchstens 4 g für die Kerze und Stunde.

b) Der Unterschied zwischen der größten und kleinsten Leuchtkraft während der achtstündigen Brenndauer darf nicht zwei Kerzen übersteigen.

c) Die Flamme muß ruhig brennen, d. h. sie darf nicht flackern.

d) Die Maximalerwärmung des Behälters darf, im Falle die Lampe einen Metallcylinder besitzt, nicht über 7° C. im Vergleich zur Zimmertemperatur steigen.

Es wurde dann festgestellt, daß Lampen ohne Glascylinder, oder mit irgend welcher sonstigen wesentlichen Vereinfachung, den Vorzug erhalten werden.

Von den concurrirenden Lampen um den Preis von 2500 Rubel sind folgende zu erwähnen.

A. Lampen mit Glas.

1. Lampe von Hildebrandt. Das Charakteristische dieser Lampe ist der starke Zug zur vollständigeren Verbrennung und größeren Stabilität der Flamme. Dieser Zug wird durch einen langen eisernen Cylinder *B* (Fig. 246), welcher auf den kurzen, breiten Glascylinder *A* durch Ausweitung *CC* aufgesetzt wird, bewerkstelligt. Da dieser eiserne Cylinder durch den Bügel *KK* gehalten wird, der zugleich zum Einsetzen des Reflectors *L* und auch als Griff dient, und auf diese Weise mit dem Oelbehälter in directer metallischer Berührung steht, so ist die Erwärmung des Oeles eine ganz bedeutende. Der Brenner ist von gewöhnlicher Construction, mit einem Netz *DD* für die Luftzufuhr, mit einer Kappe *E* und der Krone *FF* mit einer Reihe von Löchern *GG* versehen, durch welche die Luft zur Flamme oberhalb der Kappe gelangt. Die Dochtröhre ist an ihrem oberen Ende von einem massiven Kupferring *H* umgeben, welcher wesentlich zur Stabilität und Leuchtkraft der Flamme beizutragen und die Verkohlung des Dochtes zu verhindern scheint. Die Seitenwände des Behälters sind nach unten verlängert und haben eine Reihe von Löchern *JJ*, die zur Luftzuleitung zum Zwecke der Kühlung des gewellten Bodens des Behälters dienen. Die Flamme ist sehr hell und weiß und in Folge des starken Zuges sehr stabil.

Da aber nach den Untersuchungen der Commission diese Lampe doch nicht vollständig den gestellten Ansprüchen gerecht wird, so veränderte der Aussteller auf Wunsch der Prüfungscommission seine Lampe, und zwar in der Weise, daß er den combinirten Cylinder durch einen gewöhnlichen Glascylinder ersetzte und den Holzring zwischen Behälter und Brenner noch etwas erhöhte. In dieser neuen Form genügt die Lampe den gestellten Bedingungen vollkommen, besitzt aber keine so stabile Flamme wie früher. Beim Tragen der Lampe bedeckt sich der obere Theil des Cylinders mit Ruß.

Zwei Versuche ergaben folgende Resultate:

Mittlere Lichtstärke	4,31	Oelverbrauch per Stunde und Licht	3,77 g
„ „	3,89	„ „ „ „ „	3,90 „

Fig. 246.

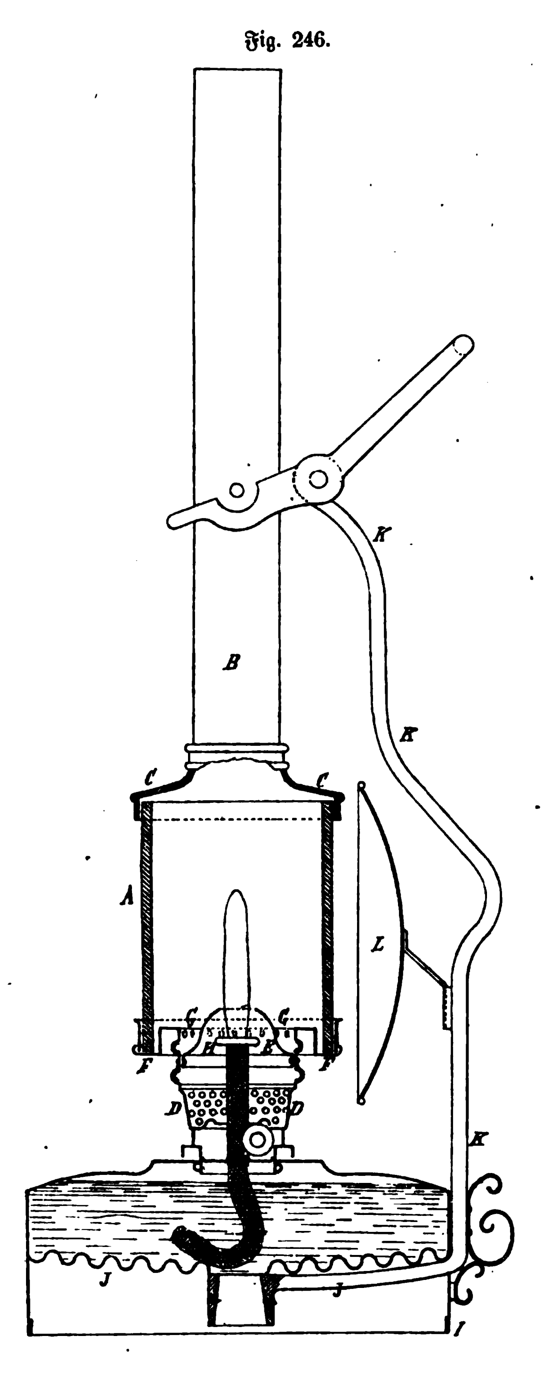


Fig. 247.

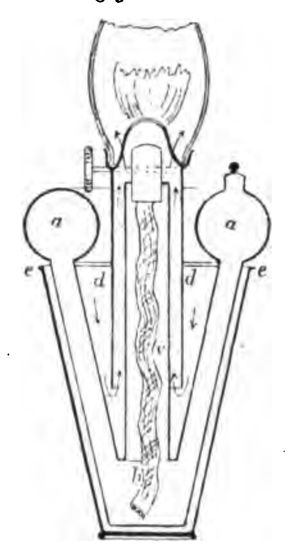
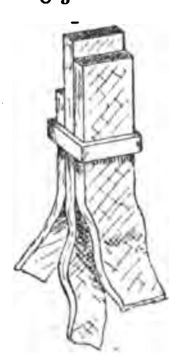


Fig. 247 a.



Lampe von Makarow (Fig. 247). Sie besitzt[1]) einen ringförmigen Behälter *a*, von welchem zwei Röhren zum Raume *b* gehen. Der Cylinder *c*, in dem sich der Docht befindet, ist von einem Metallmantel *d* umgeben.

[1]) Luther: Dingl. polyt. Journ. 1890, 275, 568.

Die Verbrennungsluft strömt durch den Hohlraum zwischen *c* und *d* in der durch Pfeile angedeuteten Richtung. Da die Röhre *d* stark erhitzt ist, so wird dadurch die Verbrennungsluft, sowie das aufsteigende Oel erwärmt. Der Brenner ist ein gewöhnlicher Flachbrenner von 5 Linien. Die ganze Lampe ist unten von dem conischen Metallmantel *e* umgeben. Hervorgehoben muß werden, daß die Lampe mit schöner, ruhiger, weißer Flamme brennt, welche selbst beim raschen Bewegen der Lampe nur unmerklich zittert. Diese große Stabilität der Flamme ist offenbar dadurch bedingt, daß die Zuflußöffnungen der Luft fast vollkommen gegen äußere Luftströmungen geschützt sind.

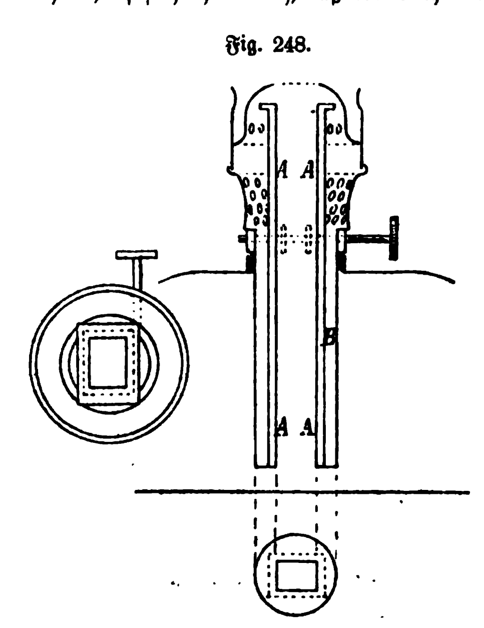
Da die Makarow'sche Lampe nur um Weniges hinter den gestellten Bedingungen stand, so verbesserte der Aussteller dieselbe im Auftrage der Commission. Die Veränderungen bestehen im Wesentlichen in der Anbringung zweier Speisedochte in der, in Fig. 247 a, a. v. S., angedeuteten Weise. Der eine geht nur bis zum Brenner, während der andere bis dicht unter die Flamme reicht, von der er durch eine Metallklappe getrennt ist. Die beiden Hülfsdochte sind unbeweglich, während der mittlere Brenndocht, wie gewöhnlich, mittelst eines Getriebes gehoben und gesenkt werden kann.

Die Versuche mit dieser Lampe ergaben folgende Resultate:

Mittlere Lichtstärke . . . 5,34, mittlerer Oelverbrauch . . 3,29 g.

Lampen von Schröder. Die Lampen unterscheiden sich von den gewöhnlichen hauptsächlich dadurch, daß der Docht im Inneren des Oelgefäßes von einer fast bis zum unteren Boden des Behälters reichenden dickwandigen Kupfer- oder Messingröhre *A* (Fig. 248) umgeben ist. Man erreicht hierdurch ein Vorwärmen des im Dochte aufsteigenden Oeles. Um aber eine Erwärmung des Oeles im Behälter durch die erhitzte dicke Kupferröhre zu vermeiden, ist diese letztere von einer zweiten dünnwandigen, ebenfalls in das Reservoir hineinreichenden Kupferröhre umgeben, so daß zwischen beiden Röhren ein Luftmantel *B* bleibt, welcher die Erwärmung verhindern soll.

Fig. 248.



Dem Erfinder ist es jedoch nicht gelungen, sein Ziel zu erreichen und erwärmt sich die Lampe nach gemachten Versuchen bis auf 45° C. bei einer Zimmertemperatur von 18° C.

Die Dochtröhre des Fünflinienflachbrenners besitzt an ihrem oberen Ende, ähnlich wie die Hildebrandt'sche Lampe, einen massiven Kupferring. Die Flamme ist röthlich und schwankt sehr leicht.

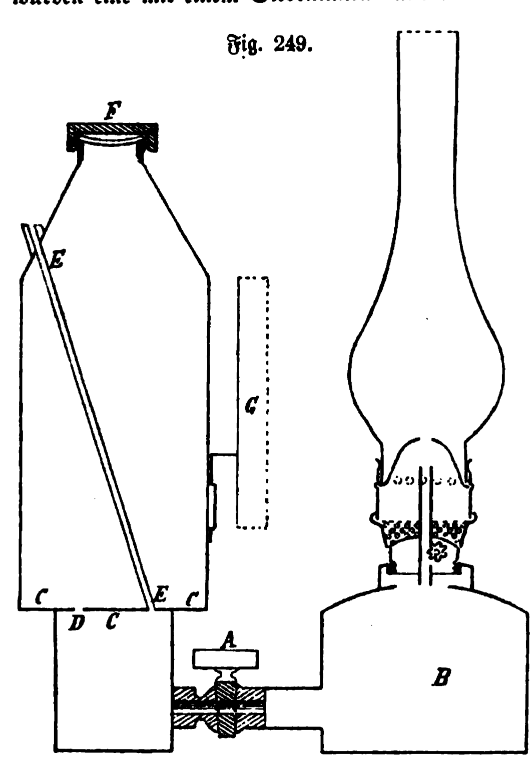
Die Aenderungen, welche Schröder auf Anregung der Commission an dieser Lampe vornahm, um die Erwärmung des Behälters zu vermeiden, bestehen darin, daß er denselben ringförmig und vom Brenner getrennt construirt hat.

Die Versuche mit dieser Lampe ergaben folgende Resultate:

Mittlere Lichtstärke,	mittlerer Oelverbrauch,	Temperatursteigerung im Oelbehälter
4,52	3,39 g	6,5°, früher 17°

Lampen von Schkljar („Pyronaphtaautomat“). Zum Concurs ausgestellt wurden eine mit einem Siebenlinien- und eine mit einem Fünflinienflachbrenner.

Fig. 249.



Die Aufmerksamkeit des Erfinders war hauptsächlich auf das Erhalten eines constanten Niveaus im Oelbehälter gerichtet und hierzu das Princip der Mariotte'schen Flasche benutzt. Die Construction der Lampe ist aus Fig. 249 ersichtlich. Der Blechbehälter besteht aus zwei Theilen, welche durch den Hahn *A* verbunden sind. Der Boden *C C*, in gleicher Höhe mit dem Reservoir *B* befindlich, besitzt die Oeffnung *D* zum Ablauf in den unteren Theil und die Oeffnung *E* mit dem Röhrchen *E E*, die für die Luftzufuhr dient. *F* ist ein Pfropfen mit hermetischem Verschluß, *G* ist ein Reflector.

Da bei dieser Lampe die constante Steighöhe eine recht bedeutende ist, so eignet sich die Lampe nur schlecht zum Brennen von Schweröl, um so mehr als der Brenner ein gewöhnlicher Erdölbrenner ist. Schon die Füllung, welche mit der Benutzung des Mariotte'schen Princips verbunden ist, ist mit großen Umständen verknüpft; außerdem besitzt die Lampe folgende Fehler: leichtes Ueberfließen des Oeles aus dem Brenner, starkes Schwanken der Leuchtkraft und eine im Verhältniß zur Größe des Dochtes geringe Leuchtkraft.

Folgende Resultate erhielt man beim Untersuchen dieser Lampen:

a) Siebenlinienbrenner.

Mittlere Lichtstärke 5,06, mittlerer Oelverbrauch per Stunde und Kerze 3,09 g.

b) Fünflinienbrenner.

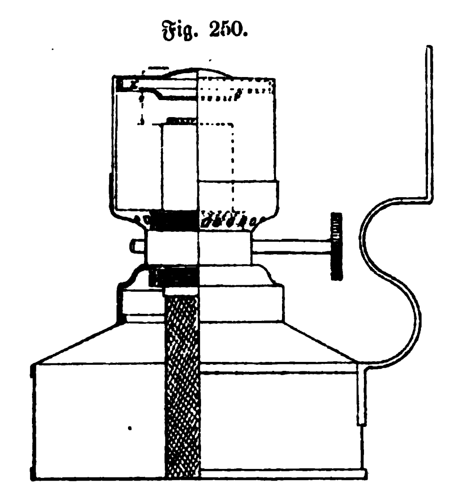
Mittlere Lichtstärke 2,89, mittlerer Oelverbrauch per Stunde und Kerze 4,13 g.

Die anderen ausgestellten Lampen sind ihren Zwecken nicht entsprechend gefunden worden und bleiben daher auch unerwähnt.

B. Lampen ohne Glas.

Lampen von Snessorew. Wiewohl die in Fig. 250 ersichtliche Construction der einen von Snessorew ausgestellten Lampe den Concurrenzbedingungen keineswegs entsprochen hat, verdient sie erwähnt zu werden, weil sie sich durch einfache Construction vortheilhaft von den sonst gebräuchlichen Lampen ohne Glas unterscheidet. Besonders hervorzuheben sind die Snessorew'schen Lampen zum Gebrauche als Nachtlichte, Grubenlampen &c. Der Brenner unterscheidet sich nicht viel von einem gewöhnlichen Flachbrenner, nur ist die geschlitzte Kappe der gewöhnlichen Brenner etwas größer. Wie bei den gewöhnlichen Flachbrennern verbrennt hier das Oel am oberen Dochtende nur theilweise, während der andere Theil des Oeles durch die heiße Luft verdampft wird, sich unter der Kappe mit der nöthigen Luft mischt und dann über der Oeffnung der Kappe mit leuchtender Flamme verbrennt.

Fig. 250.



Die eine Lampe gab folgende Resultate:

Mittlere Lichtstärke 1,35, mittlerer Oelverbrauch per Kerze und Stunde 8,33 g.

Resultate der zweiten Lampe:

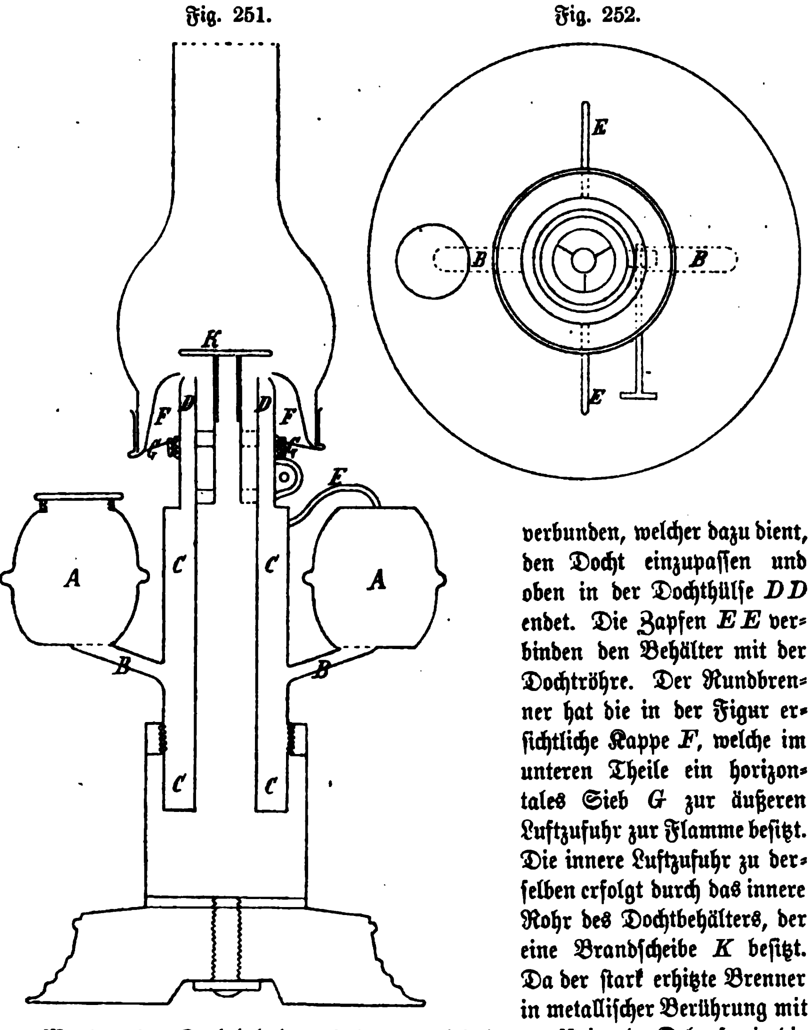
Mittlere Lichtstärke 4,30, mittlerer Oelverbrauch per Kerze und Stunde 8,23 g.

Die Lampe von Foucault wies sehr viele Fehler auf. Genauere Messungen konnten an ihr nicht vorgenommen werden, da sie nach zwei- bis dreistündigem Brennen ausgelöscht werden mußte. Die Kappe ist so unzweckmäßig eingerichtet, daß das Verbrennen ein unvollständiges ist. Die Lichtstärke ist sehr gering, etwa einer Kerze gleich, mit der der Lampe von Snessorew ist sie überhaupt nicht zu vergleichen. Es wurde der Preis von 2500 Rubel unter die Herren Makarow (1200 Rubel), Hildebrandt (900 Rubel) und Schröder (400 Rubel) vertheilt.

II. Lampen, ausgestellt zur Bewerbung um den Preis von 1000 Rubel.

Lampe von Jablonowsky. Der ringförmige Oelbehälter *A A* (Fig. 251 und 252) ist durch zwei Röhren *B B* mit dem ebenfalls ringförmigen Raume *C C*

Fig. 251. Fig. 252.



verbunden, welcher dazu dient, den Docht einzupassen und oben in der Dochthülse *D D* endet. Die Zapfen *E E* verbinden den Behälter mit der Dochtröhre. Der Rundbrenner hat die in der Figur ersichtliche Kappe *F*, welche im unteren Theile ein horizontales Sieb *G* zur äußeren Luftzufuhr zur Flamme besitzt. Die innere Luftzufuhr zu derselben erfolgt durch das innere Rohr des Dochtbehälters, der eine Brandscheibe *K* besitzt. Da der stark erhitzte Brenner in metallischer Berührung mit den Wänden des Dochtbehälters steht, so wird das aufsteigende Oel, sowie die Luft vorgewärmt. Nachtheile dieser Lampe sind übermäßige Erwärmung des Oelbehälters und Neigung zur Rußbildung, weshalb auch die Lampe vom Concurs entfernt wurde. Die Schwankungen der Leuchtkraft hängen mit den oben er=

wähnten Nachtheilen zusammen. Richtig in Stand gesetzt und bei vorsichtiger Handhabung brennt die Lampe hell und gut bei sehr geringem Oelverbrauch.

Mittlere Lichtstärke 16,13, mittlerer Oelverbrauch 3,17 g, Erwärmung 17°.

Lampe von Hildebrandt. Die Eigenthümlichkeit dieser Lampe ist die Anwendung von zwei getrennten Dochten, von denen ein jeder einen halben Kreisumfang bildet, und welche einzeln durch zwei getrennte Heberädchen gehoben und gesenkt werden. Aus den Figuren 253 und 254 ist die Construction dieser Lampe ersichtlich. Das Oel tritt von dem ringförmigen Behälter *A A* durch die drei Röhrchen *B B B* in die Kammer *C*, auf welcher die Dochthülse *D* mit der Scheibe *E* aufsitzt. Die Luftzufuhr erfolgt von außen durch das Netz und von innen durch den Canal *F F*. Die Lampe eignet sich schlecht zum Verbrennen von Schwerölen.

Fig. 253.

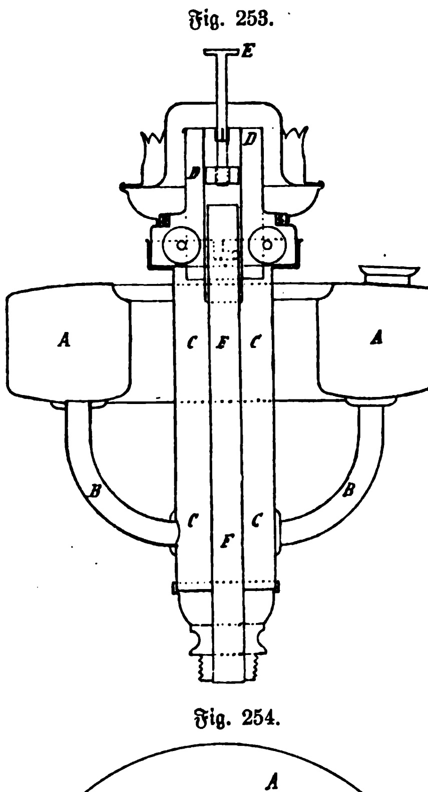
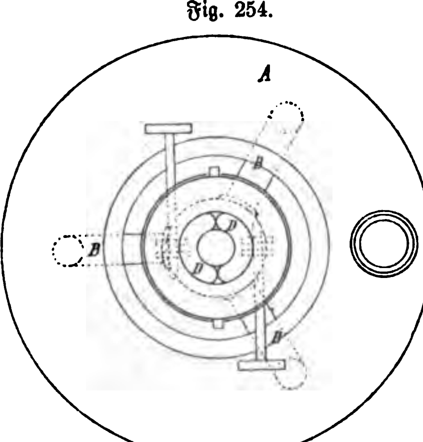


Fig. 254.



Mittlere Lichtstärke 8,6, Oelverbrauch per Stunde und Kerze 4,52 g.

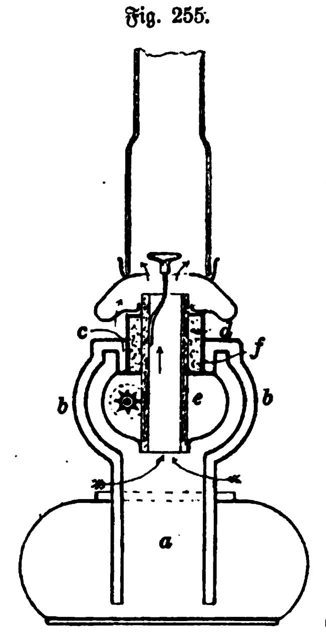
Lampe von Semaschko. Diese Lampe unterscheidet sich von allen übrigen durch die vollkommene Originalität des Princips, auf dem sie beruht. Man denke sich zur Erläuterung [1]) desselben ein mit Oel gefülltes Barometer, dessen Rohr aber am oberen Ende nicht zugeschmolzen, sondern vollkommen luftdicht durch einen porösen, ölgetränkten Pfropfen, etwa einen Docht, geschlossen ist. Wird nun das Oel am oberen Dochtende angezündet, so strömt in Folge der Capillarität stets neues Oel nach und das Rohr bleibt immer gefüllt. In Folge der Capillarität hat also das Oel die immer gleichbleibende Dochthöhe zu durchsteigen,

[1]) Luther: Dingl. polyt. Journ. 275, 571.

während es bis zum Docht durch den Atmosphärendruck gehoben wird. Das Schema der Lampe ist in Fig. 255 ersichtlich.

Das Oel steigt aus dem Behälter *a* durch die Röhren *b* in den ringförmigen Raum *c*, passirt die ringförmige, mit vielen Oeffnungen versehene Wand *f*, tritt in den mit einem porösen Stoff (Filz, Watte, Tuch) angefüllten ringförmigen Hohlraum *d* und tritt dann in den Docht *e*. Die Füllung geschieht durch einen seitlich in den Raum *c* mündenden Trichter.

Fig. 255.



Die Luft tritt in der auf der Zeichnung durch Pfeile angedeuteten Weise zur Flamme. Der Zehnliniendocht wird, ähnlich wie bei der Lampe von Jablonowsky, gleichzeitig mit einer Hülse, in welcher er durch Reibung sitzt, gehoben. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß die Lampe mit glänzend weißer Flamme brennt. Die angestellten Versuche ergaben folgende Resultate:

Mittlere Lichtstärke 11,51, mittlerer Oelverbrauch per Stunde und Kerze 3,52 g.

Eine Erwärmung des Oeles war nicht merklich. Der Preis von 1000 Rubeln wurde Herrn Semaschko zuerkannt.

Betrachtet man die beschriebenen Lampen, so kann man Fortschritte bei der Construction derselben in drei Richtungen hin bemerken:

Erstens haben sich die Fabrikanten durch das Gas- und elektrische Licht gezwungen gefühlt, Lampen von einer Leuchtkraft zu erzeugen, von deren Größe man noch vor kurzer Zeit keine Ahnung gehabt. Es erwies sich als nothwendig, um das Gas aus den Werkstätten, den Läden durch Petroleum zu verdrängen, Brenner zu construiren, die bis 100 Lichtstärken entwickelten. Die Firma Lempereur und Bernard war die erste, die solche Lampen herstellte und jetzt erzeugen auch andere Firmen, wie Defries, Schnorr, Wassermann, Ditmar, Schuster und Baer, Wild und Wessel, Lampen bis 115 Lichtstärken. Durch diese Lampen wird das Lichtbedürfniß in einer Weise gesteigert, daß der Petroleumconsum, trotz der Concurrenz des elektrischen und Gaslichtes, ein stetig wachsender ist.

Mit dem Erscheinen der Lampen, welche in einer Stunde bis 500 g Oel verbrauchen, ist auch die Nothwendigkeit eingetreten, für die Ventilation der Beleuchtungsräume zu sorgen und entsprechen diesbezüglichen Anforderungen beispielsweise Lehmbeck's Ventilationssysteme.

Das zweite Bestreben in der Lampentechnik ist dahin gerichtet, eine möglichst große Sicherheit zu erreichen. Die Versuche, die Feuergefährlichkeit der Lampen zu beseitigen, sind sehr verschieden, doch sind sie trotzdem nur in zwei Typen zu classificiren: Der eine Typus der Sicherheitslampe hat entweder im Brenner oder im Behälter Vorrichtungen, welche das Eindringen der Flamme vom Brenner in jenen Theil des Behälters, wo die Petroleumdämpfe mit Luft gemengt sind, verhindern. Der zweite Typus besitzt einen Mechanismus, welcher beim Fallen der Lampe in Bewegung geräth und die Flamme auslöscht, wie z. B. bei der Lampe von Hinks und anderen.

Es ist bei dem heutigen Stande der Technik noch schwierig, dem einen oder dem anderen Typus dieser Vorrichtungen den Vorzug zu geben.

Das dritte Bestreben zur Vervollkommnung der Lampen endlich ist dahin gerichtet, den zerbrechlichen Theil der Kerosinlampen, nämlich das Glas, zu beseitigen. Diese Idee wurde in Rußland zuerst durchgeführt und dort in den Lampen von Makarow und Lippert angewendet.

Die Resultate, welche man mit diesen Lampen erzielt, stehen in nichts den Kerosinlampen mit Glas nach, ja übertreffen sogar manche Typen von Kerosinlampen mit Glas.

Neben der richtig gewählten Lampenconstruction und entsprechenden Petroleumqualität ist auch die richtige Manipulation für das vortheilhafte Brennen ausschlaggebend.

Zunächst ist die Reinhaltung der Brenner von hoher Wichtigkeit, denn bei Anhäufungen von Dochtschnuppen, Zündholzkohle, Fliegen, Mücken &c. im Inneren der Brenner findet ein theilweiser Verschluß der Luftzugöffnungen statt; die Folge hiervon ist, daß die Flamme weniger hell brennt, zum Blaken geneigt ist und trotz der geringeren Lichtentwickelung eine bedeutend größere Menge Erdöl verzehrt, als dies bei gehöriger Reinhaltung der Brenner der Fall ist. Die kleine Mühe des Reinhaltens, welche bekanntlich nur zu häufig verabsäumt wird, führt eine wesentliche Ersparniß an Leuchtmaterial und größere Helligkeit herbei, was an den bestconstruirten Brennern am deutlichsten zu beobachten ist. Jeder Brenner läßt sich zum Zwecke des Reinigens aus einander schrauben.

Beim Füllen der Lampen, welche hierfür keine seitliche Einrichtung im Behälter besitzen, wird der Brenner abgeschraubt, man lasse jedoch den Docht in dem Oelbehälter hängen und gieße den Brennstoff vorsichtig in der Art ein, daß er am Docht herabfließt. Der Brenner muß nach dem Füllen wieder fest angeschraubt und die Lampe täglich frisch gefüllt werden, selbst wenn noch Oel darin enthalten ist. Der Docht darf nur flach in den Behälter tauchen, da ersterer bei Verschlingungen leicht schief herausgeschraubt wird. Während des Brennens darf nie Oel in die Lampe gegossen werden. Sollte es jedoch nöthig werden, so ist zuvor die Flamme auszulöschen.

Zum Abschneiden des Dochtes bei Flachbrennern bedient man sich einer guten Lampenscheere, nachdem man den Cylinderhalter vom Brenner gehoben und den Docht so weit in die Dochtscheide zurückgeschraubt hat, bis nur der zu entfernende verkohlte Theil des Dochtes vorsteht. Bei Rundbrennern ist es nicht nöthig, den Docht häufig zu beschneiden; das Abstreichen der sich am Dochte

bildenden harten Kohle ist genügend. Vorstehende Theile nicht gerade abgeschnittenen Dochtes verursachen beim Brennen oft rauchende Spitzen der Flamme.

Das Einziehen des neuen Dochtes geschieht bei Flachbrennern, indem man den Docht so weit in die Dochtscheide hineinschiebt, bis derselbe durch die Zähne der Dochtwinde gefaßt wird und dann weiter geschraubt werden kann. Bei den Rundbrennern mit Flachdocht geschieht das Einziehen des Dochtes auf dieselbe einfache Weise wie bei Flachbrennern. Bei Anwendung zweier oder runder Dochte ist das Einziehen derselben in der Weise vorzunehmen, wie es bei der Beschreibung der Speciallampen angegeben wurde.

Das Anzünden geschieht bei einem Flachbrenner durch die obere schlitzförmige Oeffnung der Kappe. Man setzt dann den Cylinder auf und erwärmt denselben langsam, indem die Flamme anfangs klein und erst nach ungefähr zwei Minuten auf die richtige Höhe gestellt wird. Der Docht darf während des Brennens nie über den Schlitz der Kappe hinausgeschraubt werden, sondern muß stets ca. 7 mm unter demselben stehen. Vor dem Anzünden eines Flachbrenners achte man darauf, daß der Cylinderhalter richtig aufgesteckt ist. Der untere kleine Einschnitt des Cylinderhalters muß über den Stift der Dochtwände greifen.

Bei den Rundbrennern wird der Docht zum Anzünden nur wenig sichtbar herausgeschraubt. Man erwärmt den Cylinder ebenfalls anfänglich langsam, indem man die Flamme erst klein, bis zur Einschnürung des Cylinders stellt, der Docht darf während des Brennens höchstens in der Breite eines schwachen Strohhalmes sichtbar sein.

Nach dem Anzünden der Lampen mit Brandscheiben muß die Flamme eine kurze Zeit, etwa 5 bis 10 Minuten, ganz niedrig brennen, so daß sie nur bis an die Brandscheibe reicht.

Bei den Rundbrennern sind nur richtig eingeschnürte Cylinder zu verwenden; die engste Stelle der Einschnürung steht 13 bis 15 mm über dem Dochte.

Das Auslöschen geschieht durch unbedeutendes Zurückschrauben des Dochtes, ein etwa noch zurückbleibendes blaues Flämmchen erlischt binnen einigen Secunden von selbst, oder dasselbe kann durch einen leisen Hauch in den Cylinder ausgelöscht werden.

Die Lampe darf nicht bei voller Flamme, ohne Zurückschrauben des Dochtes ausgeblasen werden und soll auch nicht von selbst, aus Mangel an Oel, erlöschen, weil sonst der Docht auf einige Centimeter durch zu große Hitze saugunfähig gemacht wird und stark abgeschnitten oder durch einen neuen ersetzt werden muß.

Lampen für schwere Oele und für Rückstände.

Eine neue Verwendungsart, die allem Anscheine nach eine bedeutende Zukunft hat, ist die Verwerthung des dünnflüssigeren Erdölrückstandes und der trockenen Destillationsproducte desselben (Blauöl, Grünöl) zu einer ganz eigenartigen Beleuchtungsart. Von dem Chemiker Hannay technisch verwerthet [1]),

---

[1]) Erfinder dieser Lampen war Prof. Donny (Soc. d'encouragement, 1857).

hat sie unter dem Namen „Lucigenlicht", „Jupiterlicht", „Wellslicht", „Oleovaporlicht" zc. eine steigende Verbreitung durch ihre besondere Leistungsfähigkeit und die Billigkeit des Lichtes gefunden.

Gegen Anfang der 80er Jahre wurde auf den großen Eisenwerken zu Staveley in Derbyshire zur Beleuchtung des Hofraumes eine sehr einfache und zweckmäßige Einrichtung benutzt. Mit einem eisernen Behälter, der ca. 20 Gallonen des dort sehr billigen Kohlentheeres enthielt, wurde eine eigenthümlich eingerichtete Lampe verbunden. Dieser Behälter stand vom Dampfkessel aus unter Druck. Das ausstrahlende Licht erwies sich von ca. 200 Kerzenstärke, der Materialverbrauch betrug etwa zwei Gallonen.

Die Lucigen Light Comp. Lim. war die erste Gesellschaft, die diese neuartige Beleuchtungsform einführte. Die Erfolge derselben haben naturgemäß eine ganze Reihe neuer Formen, bezw. Verbesserungen mit sich gebracht. Auch die Lucigen Light Comp. selbst und George Gerrard in Westminster haben ihre Lampe den Anforderungen entsprechend verbessert.

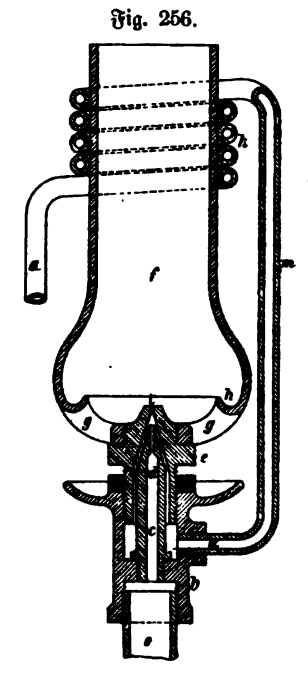
Mittlerweile wurde die Lucigenbeleuchtung von der französischen Militärverwaltung im Jahre 1887 mit Erfolg benutzt, speciell bei den großen Mobilmachungsversuchen des 17. französischen Armeecorps. Es wurden zu diesem Zwecke Lucigenlampen von je 2000 Kerzenstärke in einem Abstande von 200 m von einander auf etwa acht bis neun hohe Pfähle gesteckt, und von einem gemeinschaftlichen Oel- sowie Luftbehälter das Oel resp. die Preßluft zu den Lampen geführt. Die Lampen brannten 8 bis 10 Stunden ohne jede Unterbrechung und es ergab sich, daß das Lucigen eine der vortheilhaftesten Lichtquellen ist, sowohl was Helligkeit und Billigkeit der Anlage, als auch Einfachheit der ganzen Einrichtung namentlich der Bedienung anbelangt. Mit besonderem Erfolg wurde dieses Licht im Jahre 1886 bei dem Bau der Tay- und der Firth- of Forthbrücke verwendet. Auch bedeutende Maschinenfabriken, Eisengießereien, Werften in England und Deutschland haben diese Beleuchtungsart angenommen. Nach Glaser's Annalen sind die Anlagekosten niedriger als beim elektrischen Lichte, die Betriebskosten dagegen ungefähr gleich. Für einen Lucigenbrenner von 2000 Kerzen betragen die Ausgaben 48 bis 56 Pfennig per Stunde, fast derselbe Preis, wie für ein elektrisches Bogenlicht von gleicher Stärke. Zu bemerken ist, daß, je kleiner der Brenner ist, um so feiner, leichtflüssiger das zur Anwendung kommende Oel sein muß. In Fig. 256 ist die Einrichtung einer Lucigenlampe ersichtlich. Es wird das Oel durch das Rohr *o* unter Druck, der Düse *d* bezw. der Brennermündung *e* zugeführt, während gleichzeitig der durch die Flamme selbst überhitzte Dampf oder die Preßluft durch das Rohr *a*, Schlange *k* und Rohr *m* ebenfalls zur Düse *d* und Mündung *e* gelangt. Der Verbrennungscylinder *f* ist mit den Luftöffnungen *g* und mit dem Rande *h* versehen, um eine Rinne für das in *f* condensirte Oel zu bilden.

Die Lucigenlampen älterer Construction haben vermöge ihrer Verbindungen mit einem Hauptölbehälter und der Luftdruckpumpe den Nachtheil einer beschränkten Transportirbarkeit. Die Lucigen Light Comp. ist zu einer neuen Form geschritten, die in Fig. 257 ersichtlich ist. Es wird statt Preßluft Dampf verwendet, der entweder in einem Dampfkessel oder in der Lampe selbst erzeugt wird. Ferner

wird der Brennstoff nicht mit Dampf zerstäubt, sondern erst vergast und dann mit Dampf gemischt, ein Verfahren, daß beim „Jupiterlichte“ besprochen werden soll.

Bei dieser Lucigenlampe befindet sich das Oel im oberen, weiteren Cylinder; der untere, höhere Cylinder dient als Ständer für den ersteren und enthält das, den Dampf liefernde Wasser. Der Brenner selbst besteht aus einer flachen eisernen Pfanne mit einer großen centralen Oeffnung zur Zuführung von Verbrennungsstoff in das Innere des Brenners. Die Luftzufuhr ist regulirbar. Bei Inbetriebsetzung der Lampe wird der Brenner mit einer Spiritusflamme vorgewärmt, hierauf der Wasserbehälter unter Druck gesetzt, das Wasser tritt durch eine Verdampfungsschlange in den Brenner, wird dort verdampft, strömt als Dampf in der Mitte des Brenners aus und mischt sich mit dem mittlerweile vergasten Brennstoff im Brenner. Der Druck im Wasserbehälter wird durch einige Kolbenhube stets erhalten, während das Oel aus dem Oelbehälter continuirlich durch ein Syphon in den Brenner eintritt. Diese Lampe brennt, da die Einrichtung so getroffen ist, daß das Oel während des Brennens stets nachgefüllt werden kann, so lange, als der Wasservorrath reicht.

Fig. 256.



Dieselbe Gesellschaft erzeugt einen sogenannten Pyrigenofen (Fig. 258, a. f. S.), wobei die Lucigenflamme in einen Ofen geleitet werden kann und zum Erhitzen von Nieten für Kesselschmieden und Schiffswerften dient. Gleichzeitig kann dieser Ofen in Verbindung mit einer Lucigenlampe arbeiten, da die Preßlufteinrichtung gleichzeitig zum Heizen, sowie zum Leuchten dienen kann.

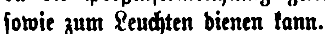
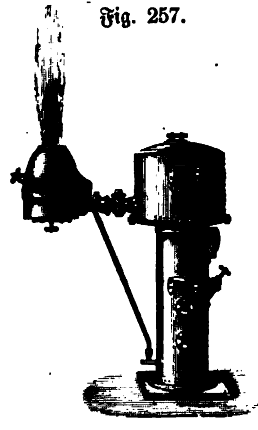


Fig. 257.



Eine dem Lucigenlicht nahe stehende Beleuchtungsart ist das sogenannte „Jupiterlicht“, von der Harden Star, Lewis and Sinclair Company Lim. in London betrieben. Um dem bei der Lucigenlampe auftretenden Uebelstand des Verlustes von Oel vorzubeugen, wird bei dieser Beleuchtungsart der flüssige Brennstoff nicht durch Einleiten von Preßluft oder Dampf zerstäubt, sondern erst vergast und dann zur vollständigen Verbrennung mit Preßluft gemischt. In Fig. 259 (a. f. S.) ist eine solche Lampe ersichtlich. Der Brennerkörper besteht aus der Kammer *a*, die durch eine horizontale Wand in zwei Theile geschieden wird. In der Mitte befindet sich das Rohr *g*, durch die

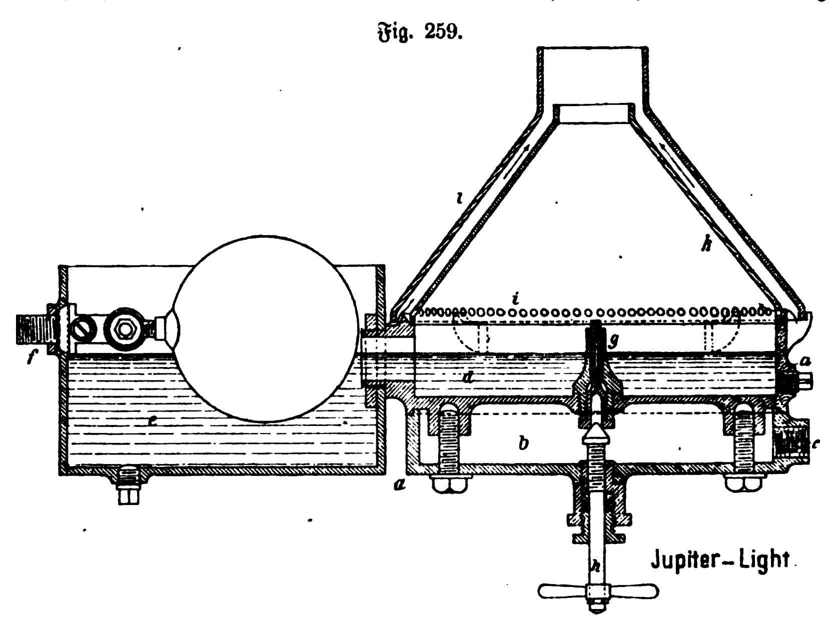
Spindel *h* regulirbar. Bei *c* tritt in die Kammer *b* die Preßluft, die durch das Rohr *g* in die als Oelpfanne dienende Kammer *d* eintritt; letztere steht mit

Fig. 258.



einem seitlichen Oelgefäße *e* in Verbindung, bei *f* erfolgt der Oelzufluß vom Hauptbehälter. Die Kammern *e* und *d* werden durch die Schwimmeranordnung

Fig. 259.



im gleichen Oelstande erhalten. Eine Haube, zwischen deren Wänden *k* und *l* Luft dem oberen Theile zugeleitet wird, bedeckt die Lampe. Bei den Löchern *i* wird gleichfalls Luft zugeführt. Bei der Inbetriebsetzung der Lampe wird eine kleine Menge Spiritus auf die Oberfläche des Mineralöles ausgegossen und entzündet, worauf die Haube *kl* aufgesetzt wird. Ist nun die Erwärmung des flüssigen Brennstoffes so weit eingeleitet, daß eine Vergasung stattfindet, so wird die Preßluftleitung geöffnet, wodurch die Mischung des Oeldampfes mit der Preßluft und die weitere Ansaugung von Außenluft herbeigeführt ist. Die Haube *kl* erfüllt dabei, da sie stark erhitzt wird, den doppelten Zweck, die zur Vergasung des Oeles und Vorwärmung der Preßluft nöthige Wärme der Kammer *a* zuzuleiten und dem oberen Flammentheile vorgewärmte Luft zuzuführen. Es ergiebt sich daher eine vollständige Verbrennung und ein kräftiges helles Licht und es zeigen sich weder Geruch noch Rauch, oder starke Schatten. Als Brennmaterial dienen wieder gewöhnliche Kreosotöle oder Erdölrückstände, welche zu einem niedrigen Preise erhältlich sind, und es genügen ferner zum Betriebe mehrerer Lampen von etwa 10 000 Kerzen Lichtstärke 2 HP für den Luftverdichter. Die Lampen werden in Größen von 100 bis 2500 Kerzenstärke hergestellt. Fig. 260 zeigt eine Lichtlampe, welche in der Stunde etwa 7 Liter verbraucht.

Fig. 260.



Fig. 261.

Während die bisherigen Oeldampfbrenner auf dem Principe der Flammenbildung durch Preßluft beruhen und als Sprühbrenner bezeichnet werden können[1]), hat sich in der neuesten Zeit eine Gruppe von Lampen entwickelt, bei denen nur eine Vergasung des flüssigen Brennstoffes stattfindet und das erzeugte Gas mit atmosphärischer Luft zur Verbrennung gelangt. Zu dieser Gruppe gehören das „Wellslicht“, die „Oleovaporlampe“ mit der ersten nahezu identisch, das „Beaconlicht“, „Sun Lightlampe“ &c. In Fig. 261 ist die Einrichtung einer „Wellslampe“ ersichtlich. Der cylindrische Kessel *a* dient als Oelbehälter; mit der Handpumpe *B* wird er durch das Rohr *e* mit Oel gefüllt, hierauf wird durch weitere Pumpenhube ein Ueberdruck von 1 bis $1^1/_2$ Atmosphären, am Manometer *j* ersichtlich, erzeugt. Hierauf wird das Ventil *f* geöffnet, das Oel steigt durch die Rohre *d* und *r* in den Brenner auf; *k* ist der Verdampfer, wo das Oel verdampft

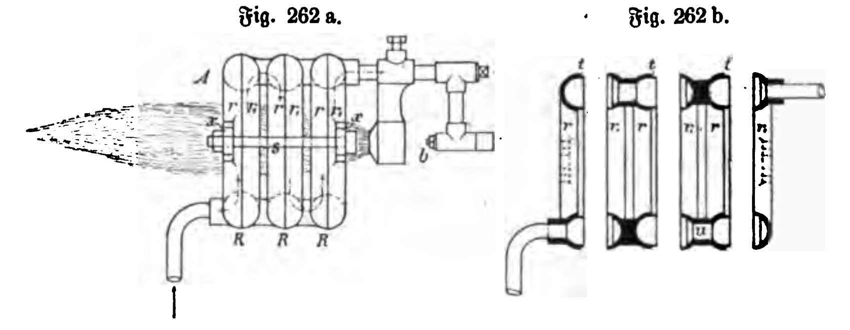
[1]) Dingl. polyt. Journ. 274, 345.

wird, um durch k_1 zur Ausströmungsstelle zu gelangen, wo es entzündet wird. Die Flamme tritt büschelförmig bei der Verbrennungskammer l aus. Bei Ingangsetzung des Apparates wird auf der Schale h etwas mit Petroleum getränkte Wolle angezündet, um den Brenner vorzuwärmen. Die Handpumpe B wird bei der neueren Construction insoweit verbessert, als der Kolben derselben eine verschiebbare Manschette trägt, welche zugleich als Dichtung des Kolbens und als Ventilplatte dient. Der Brenner kann natürlich je nach den Zwecken, denen die Lampe zu dienen hat, mit dem Oelbehälter verbunden sein. Zu dem Zwecke ist das Rohr d an einem Ständer des Behälters drehbar, so daß der Brenner zur Ingangsetzung, Reinigung ꝛc. abnehmbar ist. Behufs verschiedener Höheneinstellung der Lampe wird das Rohr r mit dem Oelbehälter durch eine Anzahl Kniegelenkrohre verbunden. Nach der Revue industrielle (1889, Nr. 27, p. 260) dauert das Anwärmen der Lampe etwa 7 bis 8 Minuten und beträgt der Brennstoffverbrauch:

1000	2000	3000	3500 Kerzen,
3,5	5,0	6,0	bis 10 Liter per Stunde.

Die Oleovaporlampe, von dem Ingenieur E. Grube in den Handel gebracht, hat nach Glaser's Annalen 1889 folgende Eigenschaften: Der Apparat ist von

Fig. 262 a. Fig. 262 b.



zwei Mann leicht transportirbar. Zum Anwärmen des Brenners sind 8 bis 10 Minuten erforderlich und schwebt die Flamme 2 m über dem Aufstellungsorte der Lampe. Für jedes Meter größerer Höhenlage der Flamme ist eine Verstärkung des Luftdruckes im Oelbehälter um $^1/_{10}$ Atmosphäre nöthig, der anfängliche Druck beträgt $^1/_3$ bis $^1/_2$ Atmosphäre. Die etwa 40 cm lange Flamme brennt mit schönem, hellem, nicht grellem Lichte, ohne Rauchentwickelung und ist vollkommen witterungssicher.

In Fig. 262 a und 262 b ist eine Ansicht des Brenners ersichtlich. Der Vergaser A besteht aus den Ringen R in beliebiger Zahl. Letztere bestehen aus zwei Hälften r und r_1, die durch die conischen Einsätze t mit einander verbunden sind. Die einzelnen Ringe R werden, wie in Fig. 262 b ersichtlich, durch die Canäle u verbunden. Das Oel circulirt in der angedeuteten Pfeilrichtung, und tritt bei x aus.

Als weitere Neuerung führt Grube zur Flüssigkeitsmessung im Druckkessel Reductionsschwimmer ein.

Die Sunlightlampe unterscheidet sich von den vorher beschriebenen Lampen dadurch, daß die Vergasung des Brennstoffes nicht im Brenner selbst, sondern im Oelbehälter stattfindet. Der Apparat besteht aus einem Kessel, unter dem eine Feuerung angeordnet ist. Zur Ingangsetzung wird der Oelkessel geheizt und bleibt das Absperrventil, des zur Verbrennungskammer führenden Rohres geschlossen, bis eine Pressung von ca. $3^1/_2$ kg per 1 ccm erreicht ist, hierauf wird der Hahn geöffnet und das Gas nach Auslassen der Luft entzündet. Die Lampe von etwa 2500 Kerzen verbraucht 10 Liter Oel per Stunde und 1 bis $1^1/_2$ Ctr. Coaks per 10 Stunden. Das Licht ist hell und beständig, in einer Kreisfläche von 180 m Radius kann man überall bequem lesen.

Von den Firmen A. v. Wurstemberger und Comp. und J. Schweizer (D. R.-P. Nr. 46 522) in Zürich, der Climax Light Company (D. R.-P. Nr. 53 367), Grimme, Natalis u. Co. (D. R.-P. Nr. 56 808) werden gleichfalls neuere Dampfölbrennerformen eingerichtet.

Verwendung der Erdölrückstände.

Der nach der Destillation der Roherdöle verbleibende Rückstand findet sehr verschiedenartige Verwendung. Je nach der Provenienz wird er in der Regel auf Schmieröle, die durch Destillation gewonnen werden, verarbeitet; wo dies nicht möglich ist, wird er in später zu beschreibender Weise anderweitig verwerthet. Die Rückstände können auch als solche zu Schmierzwecken Verwendung finden, wobei im Allgemeinen der Satz gilt, daß nur diejenigen Rückstände schmierfähig sind, die sich zur Erzeugung von Schmierölen eignen. Seines billigen Preises und seiner in der Regel hohen Schmierfähigkeit wegen hat der Rückstand speciell für den Eisenbahnbetrieb eine ganz ausgedehnte Verwendung gefunden.

Als „Vulcanöle“ wurden zuerst Rückstände amerikanischen Ursprungs gegen Ende der 70 er Jahre auf dem Continent eingeführt, und wird unter dem Namen „Westvirginaöl“ in Amerika ein ungemein viscoser, dabei nicht stockender Rückstand erzeugt; denn als ein besonderer Nachtheil der Rückstandschmierung erweist sich das verhältnißmäßig rasche Stocken, resp. die salbenartige Consistenz, die der Rückstand bei niedrigen Temperaturen annimmt, wobei die Schmiervorrichtungen zu functioniren aufhören. Hierdurch sind eine ganze Reihe von Rückständen (galizischen, rumänischen 2c. Ursprungs) von der Verwendung ausgeschlossen. Gegen Anfang der 80 er Jahre wurden die russischen Rückstände verwendet; durch ihre bedeutende Viscosität, ihren hohen Zündpunkt und niederen Erstarrungspunkt haben sie eine mächtige Umwälzung zu ihren Gunsten hervorgerufen, denn nahezu sämmtliche bedeutenden Eisenbahnen haben die Rückstände zur Locomotiven- und Waggonschmierung eingeführt. Durch die Erfahrung hat es sich herausgestellt, daß sich die Rückstände auch für die Schmierung der kalten Bestandtheile der Locomotiven eignen, hauptsächlich weil hier nicht die später zu beschreibende periodische Schmierung stattfindet und weil die einzelnen Bestandtheile genügend warm sind, daß der Rückstand durch den Docht gesogen werden kann. Anders gestaltet es sich für die Wagen mit periodischer und Docht-

schmierung. Hier ist die Zahl der Heißläufer eine weit höhere, als bei der Verwendung von Mineralöldestillaten. Der Grund ist hauptsächlich in der größeren Consistenz und in dem geringeren Erstarrungspunkte der Rückstände zu suchen. Von nicht geringerem Uebelstand ist ihre leichtere Verharzbarkeit und das Vorhandensein theeriger und coaksiger Verunreinigungen, wodurch die Capillargänge der Dochte leicht verstopft und dadurch unwirksam werden. Um die Verwendung der Rückstände nichtsdestoweniger zu ermöglichen, haben sich manche Eisenbahnverwaltungen veranlaßt gesehen, die Dochtschmierung mit sogenannter Oberfüllung, wo das Oel in den oberen Theil der Lagerschale eingefüllt wird, aufzugeben und statt dieser die sogenannte Polsterschmierung einzuführen. Es sind dies kleine Polster, die mittelst Federn an den Achsenenden angepreßt werden und die stets mit Oel befeuchtet bleiben. Das Oel wird gewöhnlich in die untere Lagerschale gefüllt und fließt entweder durch die schüttelnde Bewegung des Wagens oder auf eine andere Weise zu den Polstern.

Die gesteigerte Concurrenz und die unliebsamen Erfahrungen der vielen Heißläufer veranlaßten die Mineralölfabriken, eine gründliche Filtration des Rückstandes durchzuführen. Als eine Bedingung für einen gut verwendbaren Rückstand wird nachfolgender Versuch vorgeschrieben: Der Rückstand darf, durch ein Papierfilter filtrirt, auf demselben bei durchscheinendem Lichte keine coaksigen, suspendirten Theile zeigen, und zwar wird der Versuch für die sogenannten Winteröle, — auf dem Continent von October bis März in Verwendung stehend —, bei gewöhnlicher Temperatur und für die Sommeröle, für die Monate April bis September, bei höheren Temperaturen gemacht.

Für die Winteröle wird bei geringerer Viscosität ein besonders niedriger Erstarrungspunkt verlangt, da naturgemäß das Heißlaufen im Winter weniger auf geringere Viscosität als auf zu leichtes Stocken zurückzuführen ist. Bei Sommerölen dagegen wird das Hauptgewicht auf hohe Viscosität gelegt, die je nach der Durchschnittstemperatur der betreffenden Gegend eine verschiedene ist.

Viel untergeordneter ist die Verwendung des Rückstandes als Schmiermittel für die anderen Industriezweige. Nur wo ein Massenconsum vorhanden ist, wie bei Bergwerksunternehmungen, Eisenwerken 2c., wird er als solcher verwendet. Es steht der Verwerthung der Umstand sehr im Wege, daß der Rückstand im Gebrauche die Maschinentheile sehr verschmutzt und schwer zu reinigende Krusten bildet; besonders unangenehm zeigt sich dies bei großen Stabilmaschinen und rasch gehenden Betriebsmaschinen, denn die Verwendung heller, durchsichtiger Oele ist schon aus dem Grunde vorzuziehen, weil sie sofort erkennen lassen, ob die zu schmierende Maschine in Ordnung ist; so lange die Oele klar abfließen, ist das Lager kalt, zeigt es sich jedoch, daß das Oel undurchsichtig oder schmutzig gefärbt wird, so ist dies ein Zeichen, daß der betreffende Maschinentheil unregelmäßig resp. heiß geht, wobei die feinen, abgeriebenen Metallsplitter das Oel verunreinigen.

Der Rückstand bildet auch, sofern er als Schmiermittel oder zur Erzeugung von Schmieröl nicht vollkommen geeignet ist, oder wo er in solchen Mengen gewonnen wird, daß auf eine anderweitige Verwerthung gedacht werden muß, das Rohmaterial anderer Fabrikszweige, so als Heizmaterial und zur Erzeugung von

Oelgas 2c. Ehe jedoch die Besprechung dieser erfolgt, soll eine bis heute allerdings erst theoretisch interessante Verwendungsart Erwähnung finden.

Gewinnung aromatischer Körper aus den Rückständen.

Unter der Wirkung hoher Temperaturen erleiden die Naphtarückstände tief gehende Veränderungen; bei Rothgluth bilden sich aus denselben aromatische Kohlenwasserstoffe, Naphtalin und Anthracen. Derartige Umwandlungen gehen jedoch stets unter Coaksausscheidung und Gasentwickelung vor sich.

Schon im Jahre 1877 hat Prof. Letny ein Privilegium zur Gewinnung von aromatischen Kohlenwasserstoffen aus Naphta erhalten, und er ist als der Erste zu bezeichnen, der mit den Versuchen, diese Producte aus Naphta zu gewinnen, begonnen hat [1]). Bald nach ihm und theilweise ganz unabhängig davon haben sich dann auch Liebermann und Burg [2]), Wichelhaus und Salzmann [3]), auch Lissenko mit der Frage der Gewinnung aromatischer Kohlenwasserstoffe aus den Residuen eingehender befaßt.

Die Ausbeute an aromatischen Kohlenwasserstoffen aus den Rückständen hängt hauptsächlich von der Temperatur und dann auch von der Gleichmäßigkeit der Zufuhr der Rückstände in die Röhren, wo die Zersetzung durchgeführt wird, ab. Die Ueberhitzung der Rückstände kann man in der Weise durchführen, daß der sich bildende Theer größere Mengen flüssiger und fester Kohlenwasserstoffe enthalten soll.

Die Rückstände werden langsam durch glühende, auf 700 bis 800° erhitzte eiserne Röhren fließen gelassen, wobei sich 40 bis 50 Proc. Theer und 50 bis 60 Proc. Gase bilden (der Verlust an Coaksausscheidungen ist bei richtiger Leitung des Processes nur gering). Wenn die Zersetzung bei Gegenwart von guten Wärmeleitern ausgeführt wird, so ist die Ausbeute an Theer, sowie an aromatischen Kohlenwasserstoffen bedeutend größer. Die Laboratoriumsversuche zeigten, daß Kupferspäne hierfür am besten geeignet sind. Das specifische Gewicht des erhaltenen Theeres schwankt zwischen 0,995 und 1,027 und ist von der Temperatur und der Zufuhrgeschwindigkeit 2c. abhängig.

Im Durchschnitt erhält man aus dem Naphtatheer 17 Proc. Benzol, 0,4 Proc. Anthracen und 7 Proc. Naphtalin. Steinkohlentheer giebt fast ebenso viel Anthracen (0,3 Proc.), Benzol aber zweimal weniger, etwa 8 Proc., und da man aus Steinkohlen bloß 10 Proc. Theer bekommt, so ist die Ausbeute an Benzol aus Steinkohlentheer viel geringer als aus Naphta. Uebrigens ist, wie schon gesagt, die Ausbeute an Kohlenwasserstoffen abhängig von der Temperatur, der Schnelligkeit der Oelzufuhr, von der Größe der überhitzten Fläche der Retorten oder Röhren, in welchen die Zersetzung durchgeführt wird. Wenn die Temperatur unter 700° ist, so bekommt man mehr Theer, aber von geringerer Qualität, bei einer höheren Temperatur weniger Theer, dafür aber steigen die Gasmengen und in den Röhren scheidet sich viel Coaks ab. Je geringer die Oelzufuhr, allerdings

[1]) Tumsky: „Technologie der Naphta." Dingl. polyt. Journ. 229, 353. — [2]) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 11, 723. — [3]) Ebendaselbst 11, 802 und 1431.

innerhalb gewisser Grenzen, desto mehr Theer erhält man und desto reicher ist er an Benzol und Anthracen. Bei einer stärkeren Zufuhr geht viel Oel unverändert durch den Apparat durch, und wenn man dabei noch die Temperatur erhöht, beginnt auch die Coaksausscheidung stärker zu werden. Die Form der Retorte muß so gewählt werden, daß sie eine große Erwärmungsfläche, im Vergleiche zum Inhalt bietet. Außerdem muß die Erwärmung möglichst gleichmäßig geschehen. Der Rückstand darf nicht sehr dick sein; je dünnflüssiger er ist, desto besser ist es.

Nach Untersuchungen von Lermontowa [1]) giebt ein guter Theer vom specif. Gew. 1,008 bis 0,994 folgende Fractionen:

bis 140° C.	36	Proc.	
„ 200° „	8	„	(erstarrt durch den Naphtalingehalt)
„ 260° „	15,5	„	
„ 300° „	4,7	„	

Die Ausbeute an Benzol brachte Lermontowa bis auf 20 bis 22 Proc., die an Anthracen gegen 0,8 Proc.

Das bei der Zersetzung entstehende Gas ist sehr gut zu Beleuchtungszwecken anzuwenden.

Die Frage der Umwandlung der Rückstände in Theerproducte, die auch aus dem Steinkohlentheer erhältlich sind, hat einen sehr großen Werth, besonders für Rußland, wo enorme Mengen Erdölproducte vorhanden sind und wo die Farbenindustrie vollständig fehlt. Dank den Laboratoriumsarbeiten von Letny, Lermontowa und Schmidt, welch letzterer die Versuche im Großen in der Ragosin'schen Fabrik durchgeführt hatte, ist die technische Lösung dieser Frage nahezu durchgeführt.

In der letzten Zeit suchen viele Techniker in Rußland aus den Rückständen lucrative Mengen aromatischer Kohlenwasserstoffe zu gewinnen, damit in Rußland Anilin- und Alizarinfarbenfabriken entstehen könnten, das dabei sich bildende Gas soll für Leucht- und Heizzwecke, sowie für den Motoren- ꝛc. Betrieb dienen.

Der von Intschik im Jahre 1889 auf der Ausstellung für Beleuchtungsgegenstände und Gasindustrie in Petersburg ausgestellte Apparat zur Erzeugung von Gas und Theer (aromatische Kohlenwasserstoffe enthaltend) aus Erdölrückständen sei in Nachfolgendem beschrieben.

Die zu verarbeitenden Naphtarückstände treten durch ein Rohr in den am oberen Ende der senkrechten Retorte (Fig. 263) gelegenen Kasten C und fließen über dessen Rand auf den Vertheilungskegel A'. Von den Zähnen des Vertheilungskegels fällt die Flüssigkeit in Form eines Hohlcylinders von kleinen Tropfen tiefer in die Retorte hinab; ohne die Wände der Retorte zu berühren (eine rasche Verunreinigung derselben wäre unausbleiblich), wird die Flüssigkeit zuerst verdampft und später vergast. Um eine möglichst gleichmäßige Vertheilung der Wärme innerhalb des nach unten strömenden Gas- und Dampfgemisches zu erzielen, ist die Retorte durch Querwände in mehrere Abtheilungen getheilt, welche

[1]) Tumsky: „Technologie der Naphta."

unter einander durch Spiralgänge communiciren. Die Gase und Dämpfe werden dadurch in eine drehende Bewegung gesetzt, so daß immer neue Antheile derselben in Berührung mit den heißen Wänden kommen. Aus dem unteren Theile der



Fig. 263.

Retorte gelangen die Gase und Dämpfe durch das Rohr *K* zuerst in die Hydraulik *B* und von dort in ein System von Kühlern (Fig. 264, a. f. S.), wo die Dämpfe fractionirt condensirt werden. Die Condensatoren sind treppenförmig angeordnet. Durch überhitzten Dampf wird ein jeder auf einer bestimmten Temperatur gehalten, und zwar der unterste auf der höchsten. Das Dampf- und Gasgemisch tritt durch

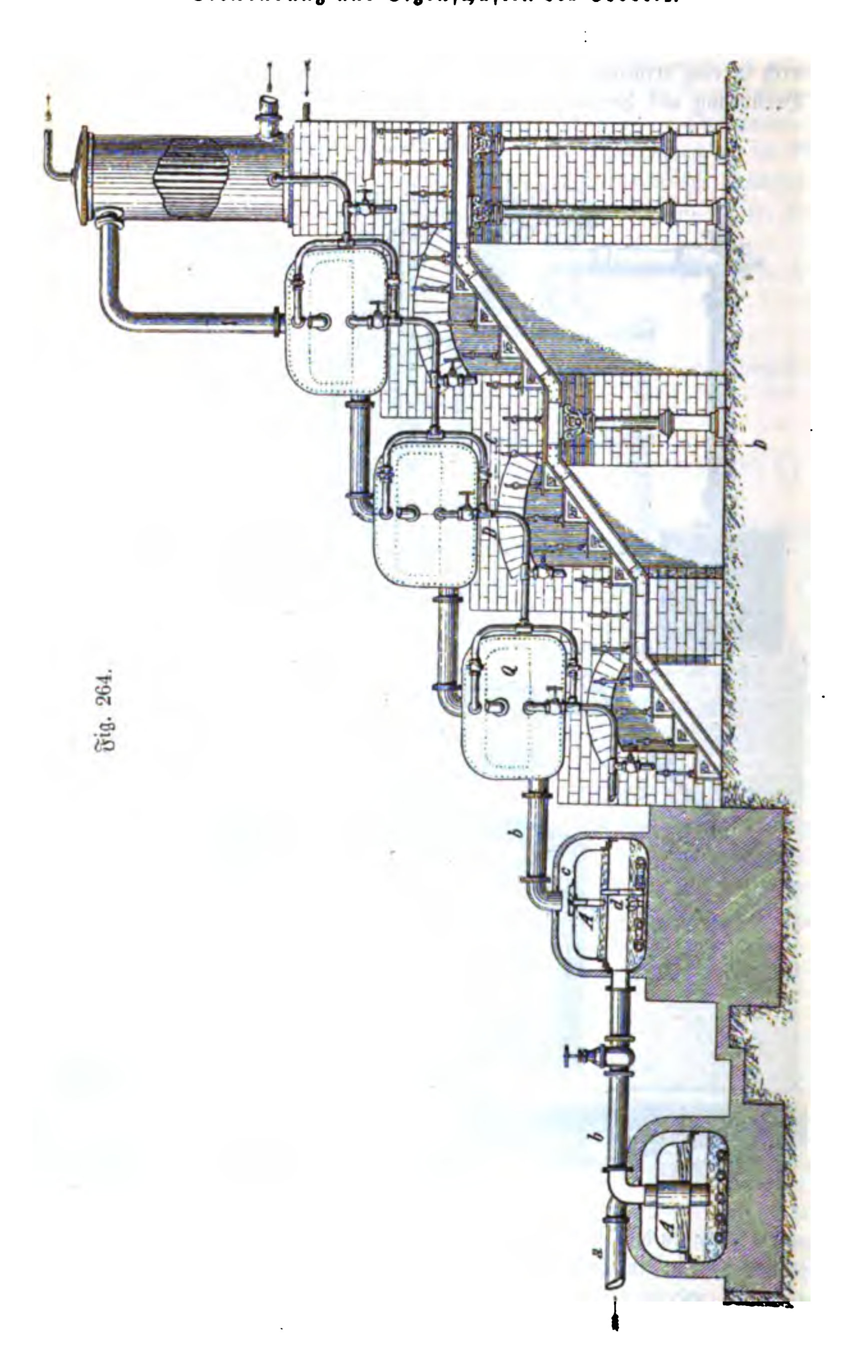


Fig. 264.

das Rohr *a* in den untersten Condensator, giebt seine schwer flüchtigen Bestandtheile dort ab, geht durch das Rohr *b* in den zweiten Condensator, dann in den dritten u. s. w. Die letzten flüchtigsten Antheile werden durch Wasserkühlung condensirt.

Durch eine sinnreiche Construction werden die in den Condensatoren niedergeschlagenen Dämpfe gleichzeitig einer nochmaligen fractionirten Destillation unterworfen. Wenn nämlich die Flüssigkeit im Condensator, etwa in *Q*, eine gewisse Höhe erreicht hat, so fließt sie durch das Rohr *b* und das bis zum Boden reichende Trichterrohr *C* in die geschlossene innere Kammer *A* des nächsten tief liegenden Condensators, und wird durch die dort herrschende höhere Temperatur wieder verdampft. Die Dämpfe werden in Kühlern condensirt, der nicht verdampfte Rückstand fließt nach Erreichung einer gewissen Höhe durch das Rohr *d* in die äußere Kammer des Condensators ab.

Die Heizung, bei welcher die Regeneration der Wärme angewandt wird, geschieht durch pulverisirte Naphtarückstände oder Generatorgas, und zwar bilden je sechs Retorten eine Batterie, welche von einer gemeinschaftlichen Flamme erhitzt wird.

Durch diese Construction soll man ohne großen Aufwand an Heizmaterial die Rückstände in an aromatischen Kohlenwasserstoffen reiche Theerproducte überführen können.

Nach Angaben von Intschik würde sich eine Naphtagas- und Theerfabrik zur Erzeugung von 16 000 m-Ctr. aromatischer Kohlenwasserstoffe und 70 787 cbm Gas per Tag in Moskau auf circa 1 300 000 Mark und in Baku auf circa 800 000 Mark stellen. Ausgaben zur Exploitation einer solchen Fabrik in Moskau werden circa 2 200 000 Mark, in Baku circa 500 000 Mark in Anspruch nehmen. Außer Gas würde man erhalten:

Goudron und Coaks	40 000 m-Ctr.	oder	30 Proc.,
Flüchtige Oele	1 600 „	„	1 bis $1^1/_4$ Proc.
Naphtalin und Mittelöle	20 000 „		
Andere Mittelöle	56 000 „		

Die 16 000 m-Ctr. Benzol, Toluol, Xylol und 448 m-Ctr. Anthracen würden sich in Moskau mit dem obigen Apparate auf 300 000 bis 350 000 Mark, in Baku auf 80 000 bis 90 000 Mk. stellen.

Diese Producte kosten in Moskau circa 1,1 Millionen Mark und in Baku circa 1,5 Millionen Mark. Rechnet man Amortisation der angewendeten Capitalien sowie andere Ausgaben, so soll man in Moskau mit einem Gewinn von 52 Proc., in Baku mit einem Gewinn von 244 Proc. arbeiten können. (?)

Da die Intschik'schen Condensatoren noch nirgends in großem Maßstabe im Betriebe stehen, läßt sich über deren praktischen Werth vorläufig noch nichts sagen.

Der Petroleumrückstand bildet auch im ausgiebigen Maße das Rohmaterial der Oelgaserzeugung. Das Oelgas wird daraus durch Destillation gewonnen. Eingehender wird der Gegenstand im Capitel „Petroleumgas“ behandelt.

Viel verbreiteter, speciell in kohlenarmen Gegenden, ist die Verwendung des Erdölrückstandes als Heizmaterial.

Verwerthung des Erdöles und der Erdölproducte zu Heizzwecken.

Geschichtliches und Allgemeines.

Die Verwerthung des Erdöles als Heizmaterial wurde schon in sehr frühen Zeitperioden vorgenommen. Nehemias [1]) (440 bis 410 v. Chr.) hat das Erdöl zu Opferfeuern gebraucht; der arabische Geschichtsschreiber Istachre berichtet im Jahre 800 n. Chr. von einer Naphtaerde, die an Stelle von Holz als Heizmaterial benutzt wurde; Herodot spricht von einem Erdöl aus Keri auf der jonischen Insel Zante.

Wenn von verschiedener Seite auch Ansprüche erhoben werden, schon im Anfange dieses Jahrhunderts flüssige Brennstoffe zur Heizung benutzt zu haben [2]), so fanden doch die ersten namhaften Versuche dieser Art in Nordamerika statt, woselbst im Jahre 1862 an Bidle, Schaw und Linton auf eine für Schiffskessel bestimmte Feuerungseinrichtung mit flüssigem Brennstoff ein Patent ertheilt wurde, 1863 wurde die Einrichtung von Bridge-Adam für Locomotivfeuerung bekannt. Trotz der vielen seitdem in verschiedenen Ländern patentirten Feuerungseinrichtungen für flüssigen Brennstoff hatte diese Art Feuerung keine technische Verwendung im weiteren Sinne gefunden; erst in allerjüngster Zeit, als die überreich aufgeschlossenen Erdölquellen im Kaukasus so große Mengen dieser Producte zu Tage förderten, daß außer deren Verarbeitung zu Leucht- und Schmierölen für noch andere Verwerthung gesorgt werden mußte, kam man auf die Oelfeuerung zurück. Inzwischen nahmen auch die Standard Oil Company in Amerika und die pennsylvanischen Bahnen die Oelfeuerung nach russischen Vorbildern wieder auf. Thatsächlich sind jetzt die Fabriken derjenigen Oeldistricte, in welchen Mangel an festen Brennmaterialien herrscht, auf die Verwendung des flüssigen Heizstoffes angewiesen.

Fast in allen Ländern sind seither ernsthafte Versuche zur Verwendung flüssiger Brennstoffe gemacht worden.

In England begannen die Versuche auf Anregung und unter Leitung von Selwin im Jahre 1864 und dauern bis jetzt fort. Die Versuche, welche mit praktisch construirten Apparaten von Aydon, Selwin, Tarbuth und Anderen auf Dampfschiffen verschiedener Tragfähigkeit ausgeführt wurden, scheiterten bis in die Gegenwart an den hohen Oelpreisen.

Zu gleicher Zeit stellte Audouin in Frankreich Versuche an, die Schweröle des Steinkohlentheers für die Dampferzeugung verwendbar zu machen. Unterstützt von St. Cl.-Deville und Kaiser Napoleon III. wurden die Versuche später ausgedehnt und bewiesen die Ausführbarkeit und die Brauchbarkeit der Heizung mit flüssigen Brennstoffen; doch stand auch hier der hohe Oelpreis der weiteren Verbreitung im Wege.

---

[1]) Buch der Maccabäer, Cap. 1, Vers 19 bis 22 und 31 bis 36. — [2]) Iron 1885, II, p. 473.

In Rußland strebte Ingenieur Spakowski [1]) mit großer Energie die Einführung der flüssigen Brennstoffe zur Dampferzeugung an. Eine von demselben im Jahre 1866 construirte und später verbesserte Schiffskesselfeuerung gilt heute auf den Dampfern des Kaspischen Meeres als eine der besten. Es folgten dann Brennerconstructionen von Kamenski, Lenz, Brandt, Urquhardt und Anderen. Gegenwärtig sind fast alle Dampfer des Kaspischen Meeres und der Wolga für flüssige Brennstoffe eingerichtet; denn die an verschiedenen Stellen Südrußlands entdeckten Rohöllager gestalten die Verhältnisse für die Verwendung flüssiger Heizstoffe hier günstiger als in den westlichen Ländern; desgleichen die Locomotiven der kaukasischen Bahnlinie Batum-Baku.

Die Betheiligung Deutschlands an Heizversuchen mit flüssigen Brennmaterialien blieb wegen geringfügiger Oelproduction und erheblichen Kosten, unter denen die letztere stattfindet, eine sehr beschränkte.

Auch in Italien beschäftigt man sich jetzt mit Einführung der Oelfeuerung [2]). Die Regierung sandte mehrere Ingenieure nach Rußland mit dem Auftrage, dieselbe dort näher zu studiren.

Von anderen Ländern, welche die Erdölfeuerung mit Erfolg einführen können, sind zu nennen: Birma [3]), welches bei Rangoon sehr bedeutende Petroleumlager hat, dann Aegypten [4]), Afghanistan und Beludschistan. In Asien sind in China, Japan, auf Sumatra und Java Petroleumquellen erschlossen, desgleichen in Südaustralien und auf Neuseeland, sowie in Centralafrika. Amerika besitzt reiche Erdöllager in Canada, in den Vereinigten Staaten, Mexico, auf den Antillen, in Venezuela, Brasilien, Peru und besonders reich in Argentinien.

Flüssige Heizstoffe finden wir somit in allen Erdtheilen, nur dürfte sich deren Verwendung in Folge zu großer Transport- und Productionskosten nicht in dem Maße durchführen lassen, wie dies in Amerika und Rußland geschehen ist.

Der Verdampfungswerth der Erdölrückstände der Petroleumdestillation, welche von allen flüchtigen Brennmaterialien an erster Stelle in Betracht kommt, ist fast doppelt so groß, als der der Steinkohlen.

Das ist aus den in folgenden Tabellen gebrachten theoretischen Verdampfungswerthen verschiedener flüssiger Heizstoffe im Vergleiche zu festen Brennmaterialien, sowie aus den praktisch ausgeführten Versuchen zu ersehen.

---

[1]) Goulischambaroff: „Die Naphtaheizung auf Dampfschiffen und Locomotiven.“ St. Petersburg 1883, S. 27. — [2]) Engineering, 1887, 2, 207. — [3]) Engineering, 1886, 1, 534. — [4]) Iron 1886, 1, 266.

a) Verschiedene Erdöle.

Art des Erdöles	Specifisches Gewicht bei 0° C.	Chemische Zusammensetzung			Ausdehnungs-coëfficient	Menge verdampften Wassers auf die Einheit verbrauchten Erdöles bezogen	Heizeffect in Wärme-einheiten
		Kohlen-stoff	Wasser-stoff	Sauer-stoff			
Schwere Naphta aus Westvirginien	0,873	83,5	13,3	3,2	0,00072	14,58	10,180
Leichte Naphta aus Westvirginien	0,8412	84,3	14,1	1,6	0,000839	14,55	10,223
„ „ „ Pennsylvanien	0,816	82,0	14,8	3,2	0,00084	14,05	9,963
Schwere „ „ „	0,886	84,9	13,7	1,04	0,000721	15,30	10,672
Amerikanisches Petroleum	0,820	83,4	14,7	1,9	0,000868	14,14	9,771
Naphta aus Parma	0,786	84,0	13,4	1,8	0,00706	13,96	10,121
„ „ Pechelbronn	0,912	86,9	11,8	1,3	0,00767	14,30	9,708
„ „ „	0,892	85,7	12,0	2,3	0,000793	14,48	10,020
„ „ Schwabweiler	0,861	86,2	13,3	0,5	0,000858	15,36	10,458
„ „ „	0,829	79,5	13,6	6,9	0,000843	—	—
„ „ Hannover	0,892	80,4	12,7	6,9	0,000772	—	—
„ „ „	0,955	86,2	11,4	2,4	0,000641	—	—
„ „ Ostgalizien	0,870	82,2	12,1	5,7	0,000813	14,23	10,085
„ „ Westgalizien	0,885	85,3	12,6	2,1	0,000775	14,79	10,231
Schieferöl aus Wauas (Ardèche)	0,911	80,3	11,5	(N O) 8,2 O S N	0,000896	12,24	9,046
Steinkohlentheer aus der Pariser Gasanstalt	1,044	82,0	7,6	10,4	0,000743	12,77	8,916
Naphta aus Balachany	0,882	87,4	12,5	0,1	0,000817	—	11,700
Leichte Naphta aus Baku	0,884	86,3	13,6	0,1	0,000724	16,40	11,460
Schwere „ „ „	0,938	86,6	12,3	1,1	0,000681	15,55	10,800
Naphtaresiduen aus den Bakuer Fabriken	0,928	87,1	11,7	1,2	0,00091	—	10,700
Naphta aus Jawo	0,923	87,1	12,0	0,9	0,000769	15,02	10,831
Schweres Erdöl aus Ogaio	0,985	87,1	10,4	2,5	0,000685	14,75	10,081

b) Feste Brennmaterialien.

	Heizeffect in Wärmeeinheiten
Steinkohlen	durchschnittlich 7500
Coaks	„ 6500
Braunkohle	„ 4500
Torf, lufttrocken	„ 3000
Holz	„ 2800

Aus den Tabellen geht hervor:

1. daß die chemische Zusammensetzung der Oele einen annähernden Begriff von ihrem Werthe als Brennstoff giebt, die bei ihrer Verbrennung entwickelte Wärmemenge nimmt im Allgemeinen mit ihrem Wasserstoffgehalt zu und vermindert sich mit ihrem Sauerstoffgehalt;

2. daß die Größe der Heizkraft eines Materials von dem Vorherrschen des Kohlenstoffes abhängt, weil dessen Verbrennungsproduct, Kohlensäure, nur etwa viermal so wenig Wärme entführt, als dasjenige des Wasserstoffes, der Wasserdampf;

3. das specifische Gewicht eines Oeles übt keinen Einfluß auf den Heizeffect desselben aus, es kann mithin ein Oel bezüglich seines Heizwerthes nicht nach dem specifischen Gewichte beurtheilt werden.

Praktisch ausgeführte Verdampfungsversuche mit Erdöl und Erdölrückständen gegenüber der Steinkohle ergaben, daß 1 kg Erdöl im Durchschnitt bei den jetzt gebräuchlichen Apparaten 13,75 Liter Wasser verdampfen kann.

Unter denselben Bedingungen ausgeführte Versuche mit Steinkohle an denselben Kesseln ergaben, daß 1 kg Steinkohle 7 Liter Wasser verdampfte; somit verhalten sich die verdampften Wassermengen durch Steinkohle zu denen des Erdöles wie 7 : 13,75 oder 1 : 1,96, rund 1 : 2.

Bei Anwendung der Oelfeuerung zu metallurgischen Zwecken muß die Zerstäubung mittelst Luft geschehen, da durch die Zerstäubung mittelst Dampfes keine so hohe Temperatur erzielt werden kann, wie beim Schmelzen des Eisens oder bei anderen Schmelzprocessen nöthig ist. Auch ist zum Schweißen einiger Metalle die Dampfzerstäubung absolut unbrauchbar. Verschiedene Versuche, die mittelst Dampfpulverisators an Schmelzöfen vorgenommen wurden, lehrten, daß, so lange auch der Pulverisator in Thätigkeit war, ein vollständiges Schmelzen des Eisens nicht erreicht wurde. Diesem Zustande ist es zuzuschreiben, daß Dampfzerstäubung bei Schmiedefeuerung, sowie bei metallurgischen Processen nicht in Anwendung gekommen ist. Man verwendet hier ausschließlich Luft. Anders verläuft der Versuch bei Benutzung von Luft, die durch einen Compressor in den Apparat gedrückt wird. Das Feuer wird lebhafter, das Eisen erreicht bald die Temperatur, die zum Schweißen erforderlich ist, auch Gußeisen kann leicht geschmolzen werden. Nicht nur die hohe Temperatur erzeugt diese Wirkung, vielmehr kann nach Goulischambaroff dieselbe wie folgt erklärt werden:

Da bei Dampfzerstäubung viel mehr disponibler Sauerstoff bleibt, welcher von der Zersetzung des Dampfes herrührt, als bei Luftzerstäubung, so wirkt ein

Theil des Sauerstoffes oxydirend auf das Eisen und verhindert das Zusammenschmelzen. Der Sauerstoff wird in statu nascendi sehr energisch auf das glühende Eisen wirken, auch wenn im Ofen Ueberschuß von Wasserstoff vorhanden wäre [1]).

Die Vorzüge der Oelheizung bei den metallurgischen Processen sind:

1. Ersparniß an Zeit; es läßt sich ein $3^1/_2$ mal schnelleres Arbeiten erzielen.

2. Ersparniß an Heizmaterial resp. Kostenverminderung desselben; es verhalten sich die Kosten bei Anwendung von Erdölrückständen am Orte ihrer Gewinnung im Vergleiche zur Kohle wie 2 : 3 [2]).

Aus den angeführten Versuchsresultaten ist ersichtlich, daß das Verdampfungsvermögen der flüssigen Brennmaterialien größer ist als das der festen; doch darf bei Schätzung des einen oder des anderen Materials nicht nur das absolute Verdampfungsvermögen der Brennmaterialien in Betracht gezogen werden, sondern auch die Wärmemenge, welche nutzbar gemacht werden kann. Bei festen Brennmaterialien werden gewöhnlich nur 60 Proc. des Verdampfungsvermögens des Heizmaterials ausgenutzt, die übrigen 40 Proc. gehen verloren. Es rührt dies daher, daß bei Heizung mit festen Materialien der Verlust an Wärme viermal größer ist als bei flüssigen. Bei Heizung mit den ersteren ist am Schornstein gewöhnlich ein schwarzer Qualm zu bemerken, der von unvollständiger Verbrennung herrührt. Versuche, eine vollständige Verbrennung bei festen Materialien zu erzielen, gelangen bisher nur auf Kosten der entwickelten Wärme. Ein Ueberschuß von Luft, welcher zur vollständigen Verbrennung nöthig wird, wirkt abkühlend. Bei richtig eingerichteter und gut functionirender Zerstäubungsfeuerung mit flüssigen Brennmaterialien dagegen ist kein Luftüberschuß nothwendig und entweichen aus dem Schornstein nur Verbrennungsgase.

Auch der Nutzeffect eines Kessels ist bei Heizung mit flüssigem Brennmaterial viel größer, als bei Anwendung anderer Brennmaterialien.

Scheurer-Kestner und Menier fanden, daß der Nutzeffect bei Kohle zwischen 0,5 und 0,62 schwankte, während Besson bei seinen Versuchen mit Erdöl die Zahl 0,8 ermittelte. Letzterer arbeitete mit einem Dampfkessel, dessen Dampfspannung 45 Pfund betrug, entsprechend einer Dampftemperatur von 135° C.; 1 kg trockener Dampf enthält bei dieser Temperatur eine Wärme von $606,5 + 0,305 \times 135 = 648$ Wärmeeinheiten. Nimmt man an, daß das Erdöl rund 11 000 Wärmeeinheiten entwickelt, so ergiebt sich, daß diese Wärmemenge gleich ist $\frac{11\,000}{648}$, entsprechend der Wärmecapacität von 17 kg trockenem Dampfe. Das Verdampfungsvermögen von 1 kg Erdöl zu 13,75 im Durchschnitt angenommen, ergiebt einen Nutzeffect bei Heizung mit Erdöl von

$$\frac{13,75}{17} = 0,8.$$

Die Apparate, welche zur Verbrennung flüssiger Brennstoffe dienen, führen den Namen Forsunken; dieselben können als kleine Strahlenpumpen betrachtet

[1]) Man erinnere sich nur an die Wasserstofferzeugung, wo Wasserdampf durch ein glühendes, mit Eisenspänen gefülltes Rohr geleitet wird. — [2]) Im Kaukasus.

werden, bei welchen das langsam zufließende Erdöl durch Dampf mit fortgerissen und zerstäubt wird und dann in dem Zustande seiner Zerstäubung in die Feuerung gelangt.

Hat es bisher an Normen gefehlt, nach denen die Leistungsfähigkeit der Forsunken zu beurtheilen ist, so haben in dieser Richtung die Versuche Prof. Thieme's [1]) werthvolle Anhaltspunkte ergeben. Thieme nimmt an, daß der Verbrauch an Dampf 10 Proc. [2]) von dem im Kessel gebildeten betrage, daß ferner die Verdampfungsfähigkeit des Erdöles zweimal so groß als die der Steinkohle ist, so daß 1 kg Erdöl 15 bis 16 kg Dampf entwickelt, daß ferner der Verbrauch an Erdöl im Vergleiche zu dem an Dampf in einer Forsunka im Gewichtsverhältnisse von

$$1 : 1{,}5 = 0{,}7$$

stehe.

Bei Injectoren ist das Gewichtsverhältniß des Wassers zum Dampfe:

$$12 : 1 = 12.$$

Die Condensation des Dampfes in der Forsunka ist somit verschwindend, der Dampf wird nur zur Zerstäubung des Erdöles verbraucht.

Bezeichnet p die Dampfspannung im Dampfkessel, p' den Atmosphärendruck (p und p' in Kilogrammen per 1 qm), $g = 9{,}81$ m die Beschleunignng der Schwere, d die Dichte, d. h. das Gewicht von 1 cbm Dampf von der Spannung p, w' den Querschnitt der Dampfausströmungsöffnung, so ist der Dampfverbrauch einer Forsunka in Kilogrammen in einer Secunde

$$P = K \cdot w' d \sqrt{2 g \frac{p - p'}{d}} \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

wo K der Coëfficient ist, der für conische Mundstücke $K = 0{,}90$, für gerade $K = 0{,}64$ zu setzen ist.

Die Ausströmungsgeschwindigkeit des Dampfes ist in Millimetern:

$$v' = 0{,}975 \sqrt{2 g \frac{p - p'}{d}} \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

wo 0,975 einen Coëfficienten bedeutet.

Die Gesammtausströmungsgeschwindigkeit an Dampf und Erdöl:

$$V (1{,}5 + 1) = 1{,}5 v'$$
$$V = 0{,}6 v' \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

---

[1]) Praktischer Cursus der Dampfmaschinen, Supplementband I (russisch).

[2]) Nach „Engineer", 1886, Nr. 1795 verbrauchen Forsunken 8 bis 12 Proc. Dampf; nach Angaben von A. Wossnesensky, Naphtaheizung (Kiew 1882, S. 37, russisch), verbraucht die Lenz'sche Forsunka $^1/_2$ Proc.; nach Angaben von A. Wasiljew, Naphtaheizung (Berg- und Hüttenzeitschrift 1887, Nr. 3, S. 356, russisch), entsprach der Dampfverbrauch einer Forsunka von Schirokow 0,66 Pferdekräften, der betreffende Dampfkessel hatte 14 Pferdekräfte und speiste 21 Forsunken. Siehe auch Lew: „Die Feuerungen mit flüssigen Brennmaterialien." Stuttgart 1890, bei J. G. Cotta.

Das Oelquantum, welches in einer Secunde durch die Ausströmungsöffnung w tritt, ist:

$$\frac{P'}{d'} = K \cdot w \cdot v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

wenn d' die Dichte, d. h. das Gewicht von 1 cbm Erdöl gleich 780 kg im Mittel und v die Geschwindigkeit in Millimetern per Secunde ist, die wie bei Injectoren von 2 bis 5 m variirt [1]).

Beispiel: Es soll die Größe einer Forsunka mit flacher Ausströmung bestimmt werden, die von einem 25 pferdigen Kessel mit vier Atmosphären Spannung gespeist wird. Angenommen, daß per Stunde bei guter Isolirung 20 kg Dampf per Pferdekraft erzeugt werden, so ist der secundliche Dampfverbrauch der Forsunka:

$$P = 0{,}1 \frac{25 \cdot 20}{3600} = \infty\ 0{,}014 \text{ kg}$$

$$p = 10\,334 \cdot 4 = 41\,336 \text{ kg per } 1 \text{ qm}$$

$$p' = 10\,334 \text{ kg per } 1 \text{ qm}$$

$$2g = 19{,}62 \text{ m.}$$

Dichte des Dampfes bei vier Atmosphären:

$$d = 2{,}23 \text{ kg.}$$

Diese Werthe in Formel (1) gesetzt:

$$P = 0{,}014 = 0{,}64 \cdot w' \cdot 2{,}23 \sqrt{19{,}62 \frac{31\,002}{2{,}23}}$$

$$0{,}014 = 745{,}6 \cdot w'$$

$$w' = 0{,}000019 \text{ qm} = 19 \text{ qmm}$$

ergeben.

Die Schlitzbreite zu $^3/_4$ mm angenommen, so ergiebt sich die Schlitzlänge:

$$19 \cdot {}^4/_3 = 26 \text{ mm.}$$

Einem Dampfverbrauche von 0,014 kg per Secunde entspricht ein Verbrauch von $0{,}7 \cdot 0{,}014 = \infty\ 0{,}01 \text{ kg} = \frac{0{,}01}{870} = 0{,}0000115$ cbm Erdöl.

Bei $v = 5$ m Geschwindigkeit ist die Ausflußöffnung für Erdöl:

$$w = \frac{0{,}0000115}{0{,}64 \cdot 5} = 0{,}000047 \text{ qm} = 47 \text{ qmm.}$$

Mit Hülfe obiger Formeln ist es leicht, die Größe einer Forsunka, z. B. für eine Feuerungsanlage, zu bestimmen, die bisher mit Steinkohlen geheizt wurde und deren Steinkohlenconsum per Schicht bekannt ist.

Ist A der Steinkohlenverbrauch per 24 Stunden in Kilogrammen, so würde $\frac{A}{2}$ der Oelverbrauch in derselben Zeit, wenn der Heizeffect des Erdöles zweimal

---

[1]) Thieme: „Praktischer Cursus der Dampfmaschinen“ 1, 246 (russisch).

so groß als der der Steinkohle angenommen wird, und $\frac{A}{2 \cdot 24 \cdot 3600}$ der Naphtaverbrauch in Kilogrammen per Stunde sein. Es ist nun

$$0,7 \cdot P = \frac{A}{2 \cdot 24 \cdot 3600}$$

und $P = \frac{A}{2 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,7}$ der secundliche Dampfverbrauch der Forsunka.

w' sowie die übrigen Werthe lassen sich bestimmen, da die Werthe d, p bekannt sein müssen.

Man wird die aus den Formeln sich ergebenden Querschnitte etwas größer nehmen, um für alle Fälle gesichert zu sein, denn eine Regulirung kann durch eingeschaltete Ventile erfolgen, falls die Forsunka selbst nicht schon verstellbar ist.

Apparate für stationäre Kessel.

Wenn auch einer der zuerst erwähnten Apparate für Oelfeuerung schon 1843 von Peclet[1]) beschrieben ist, so darf doch erst das Jahr 1862 als Geburtsjahr für Erdölfeuerung betrachtet werden.

Die zur Verbrennung flüssiger Kohlenwasserstoffe construirten Apparate sind ihrem Wesen nach verschieden, je nachdem das Brennmaterial in flüssigem, gasförmigem oder dampfförmigem Zustande zur Anwendung gelangt. Man unterscheidet somit Apparate für Herdfeuer, Gasfeuer und Staubfeuer.

Ursprünglich war man bestrebt, das flüssige Heizmaterial analog der Feuerung mit festem Material direct unter den Kesseln zu verbrennen. In Folge dadurch bedingter unvollkommener Verbrennung und starker Rußentwickelung suchte man die primitive Form der Herdfeuerung dadurch zu modificiren, daß man das Oel besser vertheilt dem Zutritt der Luft aussetzte. Die von diesem Gesichtspunkte aus construirte Treppenfeuerung leistete allerdings bessere Dienste, ohne aber die erwähnten Uebelstände völlig zu beseitigen. Die vollkommenste Art der Herdfeuerung in Form von Tropf- oder Sickerfeuerung erwies sich insofern als unzureichend, als sich durch Vercoakung, Rußansatz und Oelrückstände die Zuführungsöffnungen verstopften.

Ebenso wenig gelangte die Heizung mit vergastem Brennstoff zur praktischen Einführung, indem auch in diesem Falle die Verstopfung der Oeldampfrohre durch nicht verdampfende Oelrückstände auftrat. Ferner fällt ungünstig ins Gewicht, abgesehen von dem großen Kostenaufwande, die Gefährlichkeit, welche durch die hohe Temperatur der Oeldämpfe bedingt ist, da die Temperatur der Oeldämpfe gegenüber derjenigen der Wasserdämpfe bei gleicher Spannung das Dreifache beträgt.

Erst die neueste Art der Verbrennung durch Zerstäubung der flüssigen Brennstoffe mittelst Dampf, seltener mit Luft, fand allseitige praktische Anwendung. Bei dieser Zerstäubungsfeuerung wird das Oel beim Eintritt in den

[1]) Traité de la chaleur 1843.

Feuerraum mittelst Dampf- oder Luftstrahl zerstäubt und gelangt somit, in die innigste Berührung mit der zugeführten Luft gebracht, zu einer höchst vollkommenen, fast rauchlosen Verbrennung. Die zur Verbrennung erforderliche Luft wird durch den mittelst des ausströmenden Strahles erzeugten Zug herbeigeführt.

Der Nutzen der Anwendung des Dampfstrahles besteht in der mechanischen Wirkung der innigen Berührung, in welche das gasförmige Brennmaterial mit dem zur Verbrennung nöthigen Sauerstoff gebracht wird; außerdem dürfte aber der Dampf eine chemische Wirkung haben. Alle Kohlenwasserstoffe sind geneigt, bei höherer Temperatur Kohlenstoff abzusetzen, wenn derselbe nicht sofort verbrannt wird.

Nun ist es wahrscheinlich, daß der Sauerstoff des Dampfes sich mit dem Kohlenstoffe des Kohlenwasserstoffes verbindet, während der Wasserstoff beider frei wird. Das so entstehende Gemenge von Kohlenoxyd und Wasserstoff verbrennt sofort vollständig, sobald genügend Luft zugeführt wird. Selbstverständlich ist damit nicht gemeint, daß durch Zersetzung des Wasserdampfes und nachheriger Wiederverbindung der Bestandtheile Wärme gewonnen werde, sondern nur, daß bei der Zersetzung gebundener Sauerstoff gewissermaßen ein die Verbrennung erleichterndes Isolirungsmittel für den Kohlenstoff bildet.

Die Apparate für die Erdöl- und Rückstandsfeuerung.

Die nachfolgend beschriebenen Apparate sind nach ihrer constructiven Entwickelung geordnet, und wurden vorzüglich diejenigen Apparate berücksichtigt, welche ihrem Wesen nach ein größeres, praktisches Interesse beansprucht haben.

Die stationären Schalenfeuer bilden die einfachste, aber auch zugleich die unvollkommenste Feuerungseinrichtung für die Verwerthung flüssiger Heizstoffe. Sie findet sich noch in einzelnen kleineren Erdölraffinerien Bakus und Galiziens. Die flüssigen Brennstoffe aus den Rückständen der Leuchtöldestillation schiebt man in flachen Schalen in den Feuerraum, oder man läßt sie in Schalen oder auf Steine, manchmal auch unmittelbar auf die Herdsohle tröpfeln und auf der letzteren abbrennen. Diese Art der Verbrennung ist wegen der im Verhältniß zum vorhandenen Brennstoffe mangelhaften Luftzuführung eine höchst unvollkommene und mit gewaltiger Rußentwickelung verbunden. Den Schornsteinen solcher Anlagen entweicht daher auch beständig ein dichter, schwarzer Qualm.

Etwas besser wird die Verbrennung, wenn sich das Oel auf eine größere Fläche vertheilen kann, also im weiteren Umfange mit der Luft in Berührung kommt.

Die Tropffeuerung von Audouin[1]), zuerst im Jahre 1865 erprobt, dann wieder außer Betrieb gesetzt, wurde 1867 dauernd in Gebrauch genommen und war auch in einem Muster auf der Pariser Weltausstellung 1867 vertreten. Audouin, welcher als Gastechniker besonders die Verwendung der schweren Theeröle im Auge hatte, setzte in die Feuerung eine etwa 0,75 bis 1,0 m lange Schamottehülse, welche dazu bestimmt war, die zur Verflüchtigung und voll-

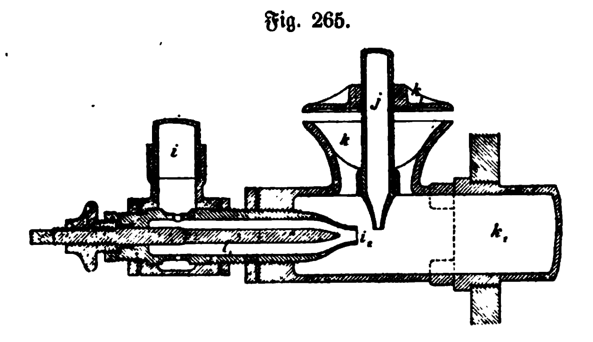
[1]) Annales de Chimie et de Physique 1868, 15, 90.

ständigen Verbrennung des Oeles erforderliche hohe Temperatur zu unterhalten und gleichzeitig das Blech vor dem Verbrennen zu schützen." An die Stelle der Feuerthür und ihrer Zarge tritt eine ebenfalls aus Schamotte bestehende Rostplatte, die in ihrem oberen und mittleren Theile je eine Reihe eiserner Röhrchen enthält. Jedes dieser Röhrchen ist durch einen kleinen Hahn von dem gemeinschaftlichen Oelzuführungsrohre absperrbar, welches aus dem über dem Kessel stehenden Oelbehälter kommt. Unterhalb jeder Rohrmündung ist auf der inneren Seite der Rohrplatte eine senkrechte Rinne angebracht, in welcher das aus dem Röhrchen fließende, beim Eintritt in die Rinne sich entzündende Oel nach unten rieseln kann. Bei stationären Kesseln läßt Audouin das Oel aus dem Zuführungsrohre in einen in die obere schmale Fläche der Rostplatte eingeschnittenen Canal laufen, aus welchem es sich durch Ueberfließen auf die einzelnen senkrechten Rinnen in der inneren Wand vertheilt. Für solche Anlagen ist nur ein Zuführungsrohr und Absperrhahn erforderlich, indem die mittlere Rohrreihe mit ihren Zuflüssen ganz fortfällt. Die Rostplatte, welche die Feuerthür ersetzt, ist zwischen den Rinnen mit Spalten von 5 mm Weite versehen, durch welche die zur Verbrennung erforderliche Luft in den Feuerraum gelangt; der Luftzutritt läßt sich durch eine vor den Spalten angebrachte, in Gelenken drehbare und zum Feststellen eingerichtete Klappe regeln. Der durch den Schornstein erzeugte Zug entsprach beim Betriebe ungefähr einem Luftdruck von 10 mm Wassersäule, und hierbei will Audouin in einem eingemauerten Walzenkessel mit innerer Feuerung und seitlichen Rauchzügen, der etwa 20 Pferdekräfte zu leisten hatte, mit 1 kg schweren Theeröles etwa 13 bis 15 kg Wasser verdampft haben.

Apparat von Wise, Field und Aydon.

Der Apparat ist sehr einfacher Construction. Im Principe besteht er in der Anwendung von Erdöl oder anderem flüssigen Brennmaterial, welches mittelst überhitztem Dampf in den Ofen derart eingespritzt wird, daß es in demselben über die ganze Fläche des Feuers ausgebreitet wird und seine Verbrennung vollkommen erfolgt.

Fig. 265.



In Fig. 265 ist der Apparat abgebildet; er besteht aus einem Injector, in welchen der überhitzte Dampf durch das Rohr i gelangt. Die Zuströmung des Dampfes wird bei i_2 durch den Stöpsel i_1 regulirt. Das Erdöl gelangt durch die verstellbare Röhre j zum Injector. Eine entsprechende Menge Luft, welche durch die Oeffnung k einströmt, mischt sich während des Durchganges durch die Röhre k_2 mit dem Dampf und dem Erdöl; ihre Zuströmung kann durch Heben

und Senken der Röhre j regulirt werden. Der Strahl besteht also aus überhitztem Dampf, Luft und Erdöl, und wird durch ein über der Feuerthür einmündendes Rohr in den Ofen eingespritzt. Dieser Strahl schlägt gegen eine Brücke aus feuerfestem Thon, welche einige Fuß von der Feuerthür entfernt aufgestellt ist. Die Rohrstäbe sind mit einer Eisenplatte bedeckt, auf welcher eine kleine Menge Kohlen zum Entzünden des Erdölstrahles im Brande erhalten wird. Die Luft zum Verbrennen des Erdöles wird, da durch den Rost keine Löcher gehen, durch Oeffnungen in der Feuerthür zugeführt.

Um den Apparat an einem Cornwallkessel anzubringen, ist außer einigen in die Feuerthür zu bohrenden Löchern keine Aenderung an dem Heizraume der Dampfkesselanlage erforderlich. In einer halben Stunde kann der Apparat weggenommen und die frühere Einrichtung für Kohlenfeuerung wieder hergestellt werden. Praktische und in großem Maßstabe (auf einem bedeutenden Werke in Lambeth) mit diesem Apparate an einem Dampfkessel angestellte Versuche ergaben folgende Resultate:

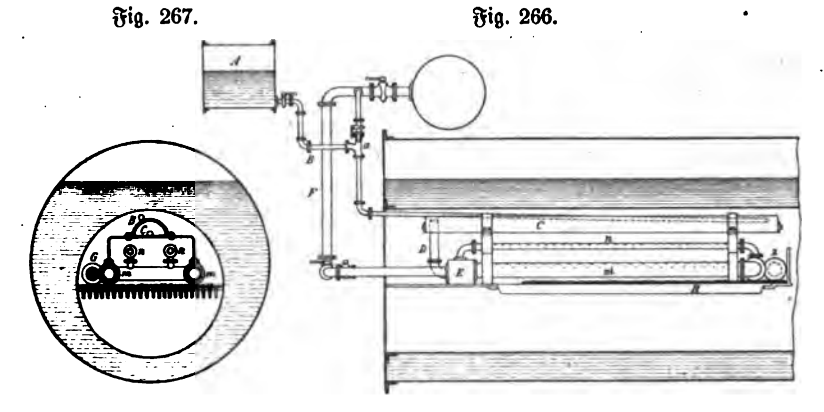
Die Verbrennung war eine sehr vollkommene. Eine intensiv violette Flamme erfüllte den Raum jenseits der Brücke, den Beweis liefernd von der durchgängig stattgefundenen Zersetzung des Brennstoffes, während völlige Abwesenheit von Rauch und unverbrannter Kohle ein weiteres Zeugniß für die Richtigkeit der der Erfindung zu Grunde liegenden Principien abgaben. Während zweier Stunden verdampften $19^1/_2$ kg Wasser auf jedes Kilogramm des eingespritzten Oeles. Während des Versuches lieferte der Kessel Dampf mit einer Spannung von $2^1/_2$ kg per Quadratcentimeter einer Dampfmaschine, welche die verschiedenartigen Maschinen des ganzen Werkes in Thätigkeit erhielt. Der Apparat erfordert nur wenig Aufmerksamkeit. Die Flamme kann augenblicklich durch Reguliren des Dampf- und Oelzuflusses verstärkt oder abgeschwächt werden.

Apparat von H. de Bay und Ch. de Rosetti.

De Bay und de Rosetti in Paris (D. R.-P. Nr. 31 962) schlagen vor, die Oele durch gepreßte Luft oder Dampf in eine Retorte einzuführen, welche von der Feuerung selbst erhitzt wird. Zu diesem Zwecke fließt das Oel aus dem Behälter A (Fig. 266) durch Rohr B mit durch Düse a zuströmender Preßluft in die Retorte C. Die erzeugten Gase gehen durch D in einen Sammelbehälter E, wo ein stärkerer Strom gepreßter Luft durch das Rohr F eintritt und die Gase durch die Siebrohre m und n mit fortreißt, damit sie verbrennen und den Dampfkessel, sowie die Retorte C heizen. Diese Wirkung soll noch dadurch bedeutend vervollkommnet werden, daß im Feuerungsraume Rohre G (Fig. 267) angebracht sind, die Baryt oder übermangansaures Kali oder andere Stoffe enthalten, welche leicht Sauerstoff abgeben. In diese Rohre gelangt gleichfalls ein Strom gepreßter Luft, welche letztere sich während ihres Durchganges durch das Rohr erwärmt, den sich entwickelnden Sauerstoff mitnimmt und an dem Rohrende z, welches ebenfalls gelocht ist, in den Feuerraum austritt. Durch diesen Austritt des an Sauerstoff reichen Luftstromes wird angeblich die Verbrennung wesentlich vervollständigt und die Flamme mehr nach

dem Vordertheile des Rostes gedrängt, so daß keine brennbaren Stoffe in den Schornstein gelangen können. Der Rost wird mit einer oder mehreren Platten *H*

Fig. 267. Fig. 266.



bedeckt, auf welchen sich eine Schicht von schwefelsaurem Kalk oder Baryt befindet, um ein Eindringen von kalter Luft durch die Roststäbe, sowie eine unbeabsichtigte Ableitung von Wärme zu verhindern.

Apparat von F. Mörth.

Ein Gemisch von Kohlenwasserstoff und überhitztem Wasserdampf wird in den Feuerraum des Dampfkessels mittelst eines unterhalb des Rostes angebrachten Rohrnetzes *B* mit Löchern *m* und eines im vorderen Theile des Feuerraumes angebrachten Rohres *C* mit Löchern *n* ein-

Fig. 269.

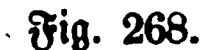
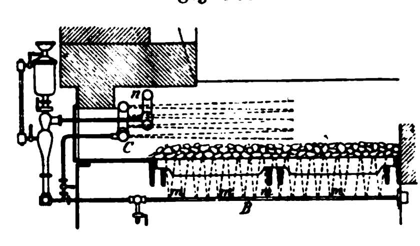


Fig. 268.

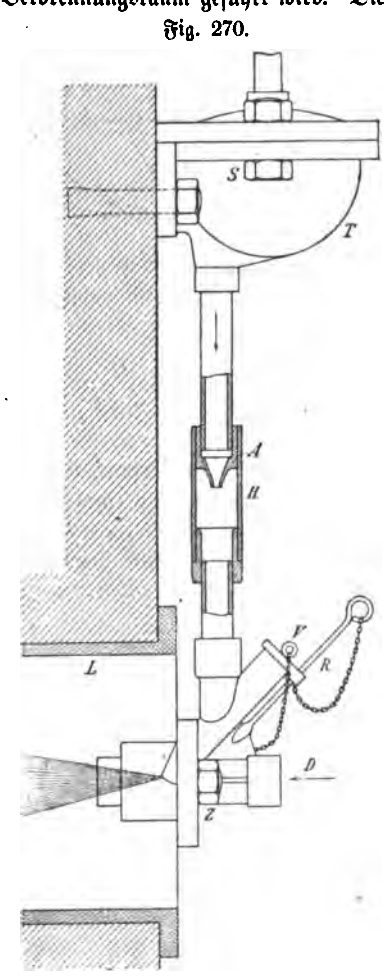


geführt (Fig. 268). Zum Zwecke der Regulirung des geförderten Gasgemisches ist an der Injectorvorrichtung *A* (Fig. 269) eine an ihren Enden mit Gewinden versehene Düse *q* an der Mündung der Kammer *h* und eine gleichgestaltete Düse *q'* an der Mündung der Kammer *h'* angebracht. (D. R.-P. Nr. 38166; Franz Mörth in Wien.)

Körting'sche Theerzerstäuber.

Der Zerstäuber ist ganz aus Eisen hergestellt und besteht im Wesentlichen aus einem Rohre, aus welchem der von oben eintretende Theer in dünner Schicht vorn ausfließt, und hierdurch einen im entsprechenden Winkel darauf stoßenden Dampfstrahl in Atome zertheilt und mit atmosphärischer Luft gemengt in den Verbrennungsraum geführt wird. Die Art der Dampfausströmung ist eine ganz eigenthümliche und bewirkt, daß nicht eine Spur von Theer herunterfallen kann. Die Regulirung des Theerzuflusses geschieht durch eine Zuflußdüse *A* (Fig. 270), welche je nach Bedarf mehr oder weniger weit aufgebohrt wird. Durch den Siebtopf *T* und das leicht herauszunehmende Sieb *S* werden alle Unreinigkeiten zurückgehalten, so daß eine Verstopfung der Düse *A* nur unter besonderen Umständen, vielleicht nach längerer Betriebspause, eintreten kann; um aber auch in solchem seltenen Falle dieselbe reinigen zu können, ohne den Apparat demontiren zu müssen, wird die Hülse *H* einfach hinaufgeschoben und die Düse *A* mit einer Nadel von unten gereinigt und eventuell behufs Reinigung des darüber liegenden Rohres ganz hinauf geschraubt. Der eigentliche Zerstäuber *Z* kann während des Betriebes nach Wegnahme des Deckels *V* vermittelst der Nadel *R* momentan gereinigt werden, falls dort eine Verstopfung eintreten sollte, die sich ja durch völliges Erlöschen oder geringere Stärke der Flamme dem Auge sofort kundgiebt.

Fig. 270.

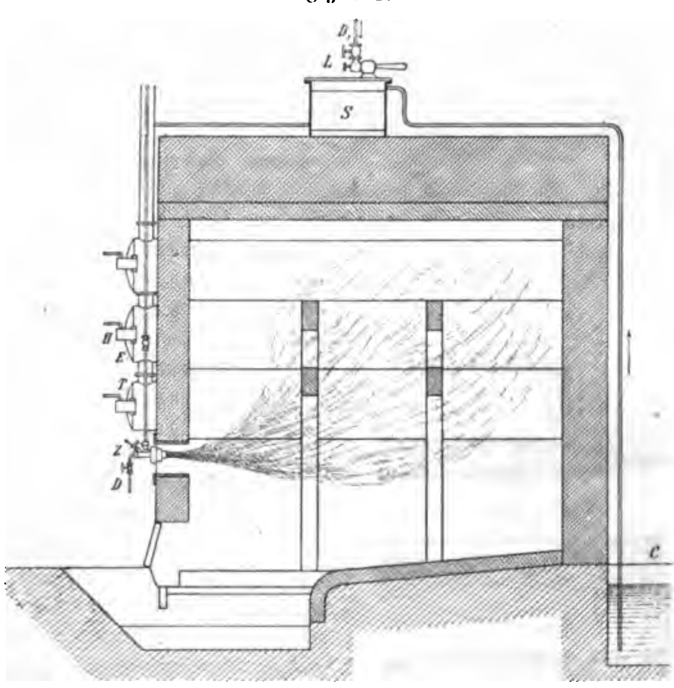


Der Zerstäuber *Z* wird vermittelst einer kurzen Düse in einer in die Ofenmauer gebrochenen Oeffnung angebracht; der Dampfstrahl saugt, wie oben erwähnt, die Verbrennungsluft durch diese Luftdüse mit großer Energie an, und hierdurch wird die vorzügliche Verbrennung wesentlich mit erzielt. Die Regulirung der Verbrennung erfolgt durch das Dampfrohr *D* und die seitlich des Zerstäubers angebrachten Schieber, welche so eingestellt werden, daß gerade so viel Luft eintritt, um die Verbrennung ganz rauchfrei zu gestalten.

In Gasfabriken wird der Theerbehälter auf den Retortenofen (Fig. 271) gesetzt, damit der Theer immer erwärmt und dünnflüssig ist. Die Füllung geschieht vermittelst einer Handpumpe oder vermittelst eines Dampfstrahlsaugapparates, durch welchen in dem Theerbehälter eine Luftleere hergestellt und so der Theer in denselben eingesogen wird.

Wesentlich bei der Theerfeuerung ist ein continuirlicher Zufluß des Theers, damit die Verbrennung nicht unterbrochen wird, und ist es dann am vortheilhaftesten, einen zweiten Theerbehälter *S* auf den Ofen zu stellen, und auch diesen mit dem Theerzerstäuber zu verbinden. Beide Reservoirs erhalten eine gesonderte

Fig. 271.



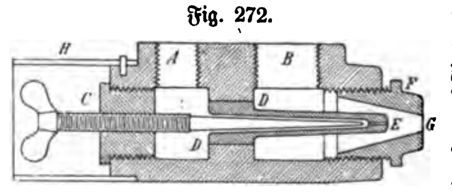
Rohrleitung von etwa 25 mm Durchmesser bis nahe zum Zerstäuber, und dicht vor der Zuflußregulirungsdüse einen Absperrhahn, so daß nach Belieben die eine oder die andere Rohrleitung in Betrieb genommen werden kann. Die Zerstäuber selbst sind in dem Falle, wo solche Oefen in Anwendung kommen, bei welchen die unterste Retorte in der Mitte liegt, möglichst tief anzubringen, damit die sehr heiße Flamme nicht direct auf die unterste Retorte einwirkt. Für den Fall, daß der Ofen so construirt ist, daß an beiden Seiten Retorten liegen und über diesen beiden Reihen in der Mitte sich eine fünfte oder siebente Retorte befindet, kann der Zerstäuber in gewöhnlicher Höhe der Feuerung angebracht werden.

Seit einiger Zeit wird der Zerstäuber auch für Oelfeuerung benutzt.

Drory's Theer- und Oelzerstäuber.

Der von H. J. Drory, Director der Gasanstalten in Wien, angegebene Zerstäubungsapparat für Theer oder Oel bei Feuerungsanlagen bezweckt in regelbarer Weise eine möglichst vollständige und rauchfreie Verbrennung des in bestimmten Zeiträumen aufgegebenen flüssigen Brennstoffes. In einem runden Gehäuse aus Guß- oder Schmiedeisen mit oberer gerader Fläche, welche zwei Oeffnungen *A* und *B* (Fig. 272) enthält [1]), ist die Düse *D* eingesetzt. Die Brennflüssigkeit wird in die erstere Oeffnung eingegeben, während *B* zur Zuführung von vorgewärmter Preßluft oder trockenem Dampf dient. Der Theer oder das Oel wird alsdann in die Düse gesaugt und bei seinem Austritte bei *E* gegen die Oeffnung *G* des Mundstückes *F* getrieben und daselbst zerstäubt.

Fig. 272.



Im Inneren der Düse *D* befindet sich eine durch die Hülse *H* vor Beschädigungen geschützte, verstellbare Nadel *C*, welche einerseits den Zweck hat, den Zufluß des Oeles zu der Oeffnung *E* je nach Erforderniß zu regeln, andererseits zur Reinigung dieser Oeffnung zu dienen. Behufs Erzielung der günstigsten Verbrennung kann der Abstand zwischen der Düsenöffnung *E* und der Mundstücköffnung *G* von Fall zu Fall entsprechend geändert werden, zu welchem Zwecke das Mundstück *F* mit Gewinde versehen und dadurch verstellbar ist.

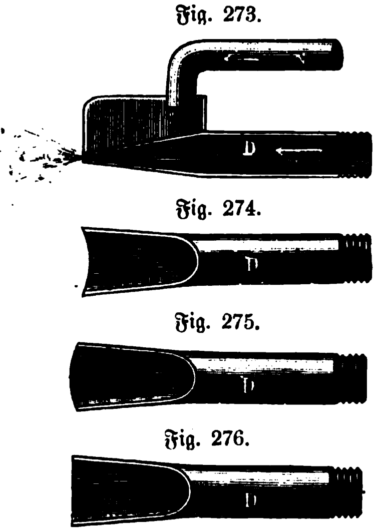


Fig. 273. Fig. 274. Fig. 275. Fig. 276.

Fig. 273 [2]) zeigt einen vielfach angewendeten Zerstäuber; er besteht aus einem 26 mm lichtweiten Eisenrohre *D*, das an seinem vorderen Ende platt geschlagen ist, so daß nur noch ein etwa 0,5 bis 1,0 mm weiter Schlitz offen bleibt, durch welchen der durch dieses Rohr geleitete Wasserdampf ausströmen kann. Die Zuleitung der Rückstände erfolgt durch Rohr *N*, wobei das aus demselben ausfließende dicke Oel in einem napfartigen Aufsatz sich vertheilt, um am vordersten Ende über den Dampfschlitz herunter zu fließen, durch den ausströmenden Dampf aufs Feinste zerstäubt und dann verbrannt zu werden.

---

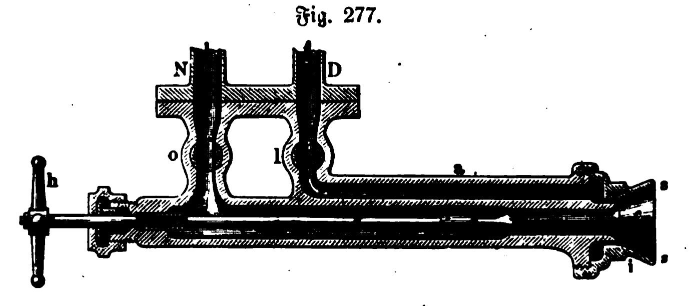
[1]) Dingl. polyt. Journ. 264, 612. — [2]) C. Engler: „Das Erdöl von Baku", 1886, S. 33 bis 36.

Je nachdem man der Röhre *D* die Form von Fig. 274, 275 oder 276 ertheilt, nimmt der entstehende Flammenbüschel eine mehr spitze, breite oder mittlere Form an. Durch Hähne, welche sich in der Verlängerung der Röhren *N* und *D* befinden, wird der richtige Zutritt von Dampf und Rückständen geregelt.

Brandt's Forsunka.

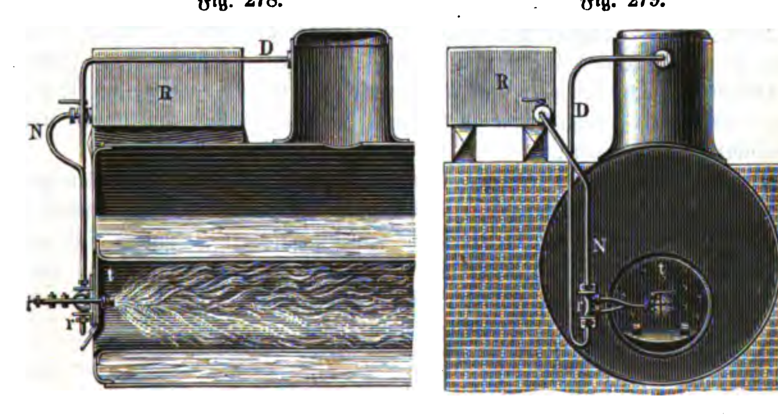
Der Zerstäuber, System Brandt, ist in Fig. 277 abgebildet. Durch das Gußstück *a* aus Messing gehen Röhren *b* und *m* hindurch, erstere für die bei *N*

Fig. 277.



eintretenden Rückstände, letztere für Wasserdampf, der bei *D* zutritt. Die Rückstände treten durch einen ringförmigen, mittelst Kegel *f*, Griff *h* und Spindel *g* zu verstellenden Schlitz aus, während der Dampf durch einen um diesen angeordneten Schlitz entweicht. Zwischen Kegel *f* und dem ebenfalls verstellbaren

Fig. 278. Fig. 279.



Kopfstück *i* vermischen sich beide und treten bei *s* als feiner Strahlenbüschel aus, welcher angezündet wird. Die Regelung von Dampf und Rückständen erfolgt nicht mittelst der Hähne *o* und *l*, welche beim Gebrauch des Brenners vollständig geöffnet sind, sondern durch Verstellung des Kegels *f*.

Die Anordnung eines solchen Brenners in einem gewöhnlichen Dampfkessel (Cornwall) ist aus Fig. 278 und 279 zu entnehmen. Die Rückstände laufen

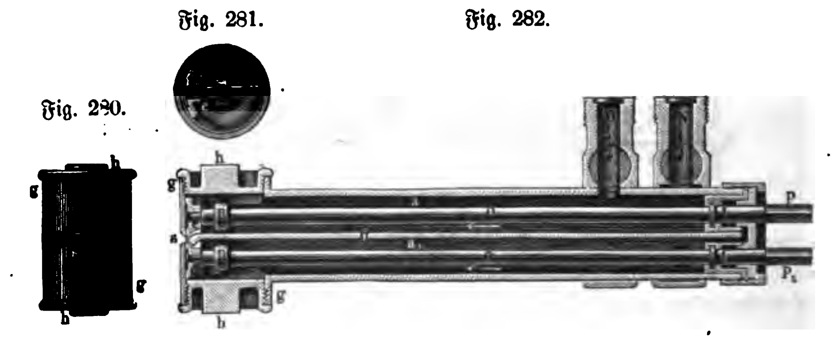
aus dem Behälter *R* durch das Rohr *N* in den Brenner, während der Dampf aus dem Dome des Dampfkessels durch *D* eben dahin geleitet wird.

Bei *r* ist der ganze Brenner in wagerechter Ebene drehbar, so daß er bei Drehung um etwa 90° aus der Oeffnung der Thür *t* heraustritt. Um Explosionen unmöglich zu machen, geschieht die Entflammung in letzterer Stellung, also vor Einführung in den Feuerungsraum. Die nöthige Luft tritt durch die Löcher der Thür *t*, sowie durch eine mittelst Klappe zu stellende größere Oeffnung zu.

Ein Lenz'scher Zerstäuber findet sich in Fig. 280 bis 282 abgebildet; er besteht aus dem Doppelrohre *a a'* aus Messing, an welches sich einerseits die cylindrische, oben und unten mittelst Schraubendeckel *h* verschließbare Mischkammer *g* anschließt; die drehbaren, mittelst Schlüssels bei *p* und *p'* verstellbaren

Fig. 281. Fig. 282.

Fig. 280.



Stangen *o* laufen bei *t* und bei *n* in festen Lagern und endigen in excentrisch angesetzten Zapfen. Letztere greifen in halbcylindrisch geformte Gleitstücke *e* ein, so daß je nach Drehung bei *p* und *p'* und Stellung der excentrischen Zapfen diese Gleitstücke nach oben oder nach unten verschoben werden können, um so der Zunge *b* mehr oder weniger nahe zu kommen, und den Zufluß von Dampf und Rückständen genau zu regeln.

Die Rückstände treten fein zerstäubt durch den wagerechten, schlitzförmigen Mund *s*, welcher zur Hälfte oder etwas weniger um die cylindrische Kammer *g* herumläuft, als Flammenbüschel aus. Die Zuleitungsröhren *D* und *N* sind mit einem Hahn für Dampf und Rückstände nach *a* bezw. *a'* versehen. Für eine Stunde und Pferdekraft verbraucht diese Forsunka etwa 3 bis 3,5 kg Rückstände von 0,910 specif. Gew. und 140° Entzündungspunkt.

Pulverisator von Joganson[1]),

in Fig. 283 bis 286 in halber natürlicher Größe abgebildet.

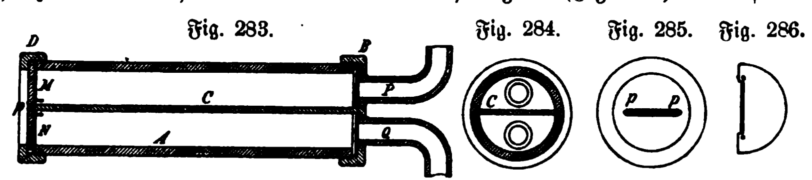
Ein Gußeisenrohr *A* mit auf den Enden aufgeschnittenem Gewinde wird durch die eingeschobene Zwischenwand *C* in zwei Räume getheilt; der obere, für

[1]) Naphtaheizung der Dampfkessel von Besson, Gorny-Journal 1887, Nr. 1 (russisch).

Erdöl, communicirt rechts mit dem in die Muffe *B* eingeschraubten Oelzuführungsrohre *P*, der untere communicirt mit dem Dampfrohre *Q*. Zwei halbkreisförmige Scheiben *M* und *N* sind in der Muffe *D* gelagert und gedichtet, und stehen so über einander, daß ein kleiner Schlitz *pp* (Fig. 285) frei bleibt, durch welchen Oel und Dampf strömen kann.

Diese Forsunka wird so in den Feuerraum gesetzt, daß der erwähnte Schlitz horizontal und nicht über ein Viertel der Rohrlänge *A* (Fig. 283) in denselben

Fig. 283. Fig. 284. Fig. 285. Fig. 286.



ragt. Man erzielt mittelst dieser Construction eine lange Flamme, deren Regulirung aber nur durch die in die Rohre *P* und *Q* eingeschalteten Ventile möglich ist. Der Dampfverbrauch der Forsunka ist verhältnißmäßig hoch.

Forsunka von Schuchoff,

in Fig. 287 bis 289 in natürlicher Größe dargestellt. Diese Forsunka ist viel vollkommener als die vorige und findet große Verwendung; sie besteht aus Kupfer

Fig. 287. Fig. 288.

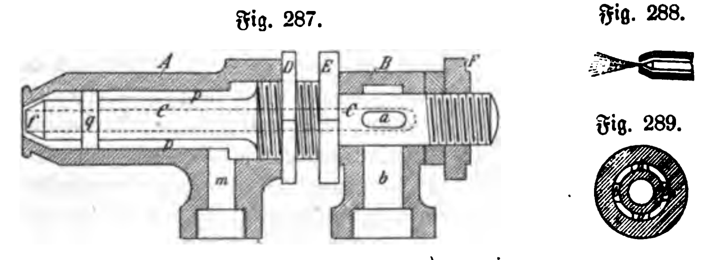


Fig. 289.

und zerfällt in die drei Haupttheile *A*, *B* und *C* (Fig. 288). *A* ist ein Rohr mit Stutzen, dessen innerer cylindrischer Canal am Ende conisch verläuft. *B* stellt eine Muffe mit Stutzen *b* dar, *C* eine hohle Spindel mit Oeffnung *a* und Führung *q*. Das Erdöl tritt durch *b* und durch Oeffnung *a* in die Spindel *C*, um bei *f* auszutreten. Der Dampf strömt bei *m* in den ringförmigen Raum *pp*, umspült die Spindel *C* und entweicht durch das ebenfalls conisch auslaufende Ende des Rohres *A*, trifft den Erdölstrahl von der Peripherie zur Mitte, zerstäubt ihn und giebt eine Flammenform, die aus Fig. 289 ersichtlich ist.

Durch Drehung der Spindel *C* kann die Dampfausströmung regulirt werden. Wenn einmal die Spindel richtig eingestellt ist, so wird die arretirende Mutter *D* gegen *A* festgeschraubt. Auf dieselbe Weise wird Muffe *B* mittelst Muttern *EF* und Scheibe *H* festgestellt. Ein Hauptfehler ist, daß im Moment des Dampfausströmens der Oelstrahl an der Peripherie getroffen wird und er in Folge dessen eine Einschnürung erfährt, die sich erst nach $1^1/_2$ Fuß Entfernung

vom Mundstück zu einem Strahl von größerem Durchmesser vereinigt, so daß die vorderen Theile des Kessels schwach erwärmt werden, was sehr nachtheilig wirkt. Der Dampfverbrauch ist groß; im Allgemeinen ist die Wirkung befriedigend.

Apparate für Dampfer.

Den größten Werth hat die Erdölfeuerung für die Dampfschiffe. Die ökonomischen Vortheile des Heizstoffes gestatten entweder eine Verminderung des mitzuführenden Gewichtes an Heizmaterial, daher eine Verringerung des Laderaumes, oder eine Verlängerung der Fahrstrecke, wenn ein gleiches Gewicht an Oel wie früher an Kohlen eingenommen wird. Mit Hülfe der Oelfeuerung läßt sich der Aktionskreis der Torpedoboote nahezu verdoppeln. Auch gestattet dieselbe eine wesentliche Verminderung der Bedienungsmannschaften zur Wartung der Dampfkessel und Heizung, und kann der flüssige Heizstoff selbst dort noch untergebracht werden, wo für Steinkohle kein Raum vorhanden ist. Solche Räume sind die Wasserballasttanks der großen Frachtdampfer, der Doppelboden der Panzerschiffe, sowie die fest einzudeckenden Kühlräume vor und hinter dem Kessel- und Maschinenraume auf allen Dampfern. Eine solche Raumbenutzung wird durch die Einschränkung der Bunker, namentlich in kleineren Fahrzeugen, eine bequemere und vorzüglichere Aufstellung der Maschine ermöglichen. Für Kriegsdampfer bietet die Benutzung des flüssigen Brennstoffes noch den wesentlichen Vortheil, daß die den Kaminen entsteigenden Rauchwolken, welche die Dampfer auf weite Entfernung sichtbar machen, in Wegfall kommen.

Fig. 290.

Bei Feuerungen für Schiffskessel gelangt heute das flüssige Heizmaterial nach gleichen Principien zur Verbrennung wie bei stationären Kesseln.

Die zur Verwendung kommenden Apparate sind:

Die Schalenfeuerung von Bible[1]) (Fig. 290 bis 292),

im Jahre 1862 in Nordamerika ausgeführt, und besonders für Schiffskessel bestimmt, besteht aus einem unten vollständig geschlossenen, in einem Stück geformten gußeisernen Kasten, dessen leicht nach hinten geneigter Boden mit strahlenförmigen Rinnen versehen ist (siehe den Grundriß in Fig. 292), damit sich das

[1]) A. Ledieu: „Les nouvelles machines marines.“ Paris 1882, S. 166.

auf ihm entlang fließende brennende Oel nach allen Seiten ausbreiten kann. Eine Pumpe saugt das Oel aus den in der Bilge liegenden Tanks und preßt es in einen über den Kesseln befestigten Kasten. Aus diesem läuft es durch ein an den Kesselstirnwänden entlang führendes Rohr mittelst Zweigröhren zu den in die einzelnen Feuerungen gesetzten Kästen. Das Zweigrohr tritt vorn durch den Boden in den Kasten ein und ist unmittelbar unter seiner Mündung von einem eisernen Korbe umgeben, welcher mit glühenden Steinkohlen oder Coaks gefüllt ist und dazu dient, das austretende Oel zu entzünden. Das hierbei nicht verbrennende Oel fließt in die Rinnen der Herdsohle und verbrennt dort. Kleine, dicht über dem Boden der Feuerung in der Nähe der Eintrittsstelle des Oeles angebrachte Oeffnungen (Fig. 291) sollten die zur vollkommenen rückstandslosen Verbrennung nöthige Luft zutreten lassen, thaten es aber nicht, und so erhielt man eine mit starker Rauchentwickelung verbundene, unvollkommene Verbrennung. Bible stellte deshalb Ventilatoren auf, vermehrte die Oeffnungen und blies auf diese Weise mehr Luft ein. Die Verbrennung besserte sich hierdurch allerdings; aber die ganze Einrichtung wurde durch die, besondere Dampfmaschinen beanspruchenden Ventilatoren zu umständlich.

Fig. 291.

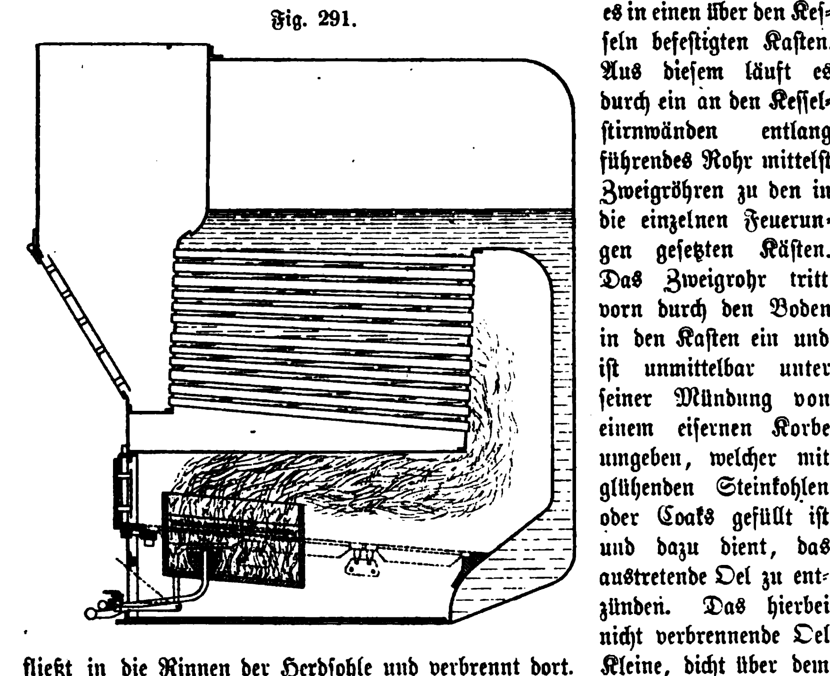
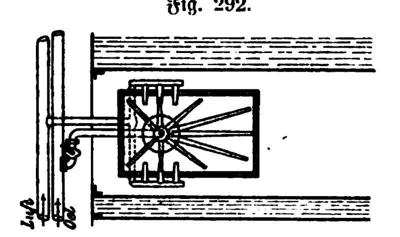


Fig. 292.



Die Feuerung von Shaw und Linton,

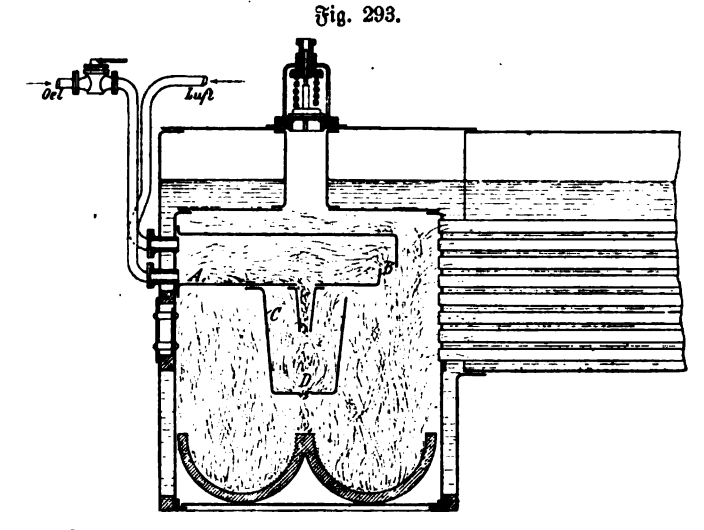
1862 in Amerika patentirt und für Locomotiven und Schiffskessel bestimmt, bildet den Uebergang von den Herd- zu den Gasfeuern. Wie Fig. 293, a. f. S. [1]), zeigt, tritt das Rohöl aus einem höher gelegenen Behälter in einen in die Feuerung

[1]) Journal of the united service institution 1886, p. 72.

eingebauten Kasten und fließt auf eine vorher durch ein Holz- oder Kohlenfeuer heiß gemachte Bodenplatte A. Die leichteren Oele verdampfen hierbei und treten bei B aus dem Kasten in die Feuerbüchse, in welcher sie verbrennen. Das nicht verdampfte Oel fließt in das unterhalb A befestigte Gefäß C, welches schon stärker erhitzt ist, und hier verdampfen die schwereren Oele. Die auch jetzt nicht verdampften Rückstände gelangen durch die Oeffnung D auf den Boden der Feuerung, von welchem die Roste entfernt und durch eine gußeiserne, mit kalottenartigen Vertiefungen versehene Platte ersetzt sind. Auf dieser Herdplatte, welche auch das zum Anheizen erforderliche Feuer trägt, verbrennen die Rückstände. Neben dem Oelrohre mündet ein Rohr, welches die Luft zuführt.

Diese Feuerung hatte den Uebelstand, daß sich die Menge der Oeldämpfe, welche sich in den Abstufungen bildete, nicht immer mit derjenigen in Einklang

Fig. 293.



bringen ließ, die augenblicklich verbrennen konnte, weshalb man, um einer Explosionsgefahr vorzubeugen, ein Sicherheitsventil auf die Feuerung setzte, aus welchem die zeitweise überschüssigen Kohlenwasserstoffgase entweichen konnten. Bei den von Shaw und Linton in einem Schiffskessel angestellten Versuchen drückte eine Pumpe das Oel aus den in der Bilge liegenden Tanks in den über dem Kessel aufgestellten Behälter. Ein in die Feuerung geblasener Dampfstrahl beförderte den Zug. Um diesen Dampfstrahl herzustellen, heizte man zunächst einen Hülfskessel mit Anthracit, ehe das Dampfaufmachen im Hauptkessel begann. Letzteres dauerte mit Rohöl oder Brennölrückständen 28 Minuten, mit Kohlen 60 Minuten; verdampft wurden mit 1 kg Rohöl oder Brennölrückständen 10,36 kg Wasser, wogegen bei Anthracitfeuerung nur 5,1 kg Wasser verdampft sein sollen. Die Verbrennungstemperatur war so groß, daß der Schornstein an seinem Untertheile etwa 30 cm hoch erglühte, ein Zeichen, daß die Wärme wegen zu kleiner Heizfläche nicht völlig ausgenutzt werden konnte. Die Einführung dieser Feuerung scheiterte an den hohen Betriebskosten.

Der neuere Schlitzzerstäuber von Lenz[1]) (Fig. 294 bis 300)

hat etwa in der Mitte der 70er Jahre, um namentlich für Schiffskessel und Locomotiven geeigneter zu werden, statt der geraden, schlitzförmigen Mündung

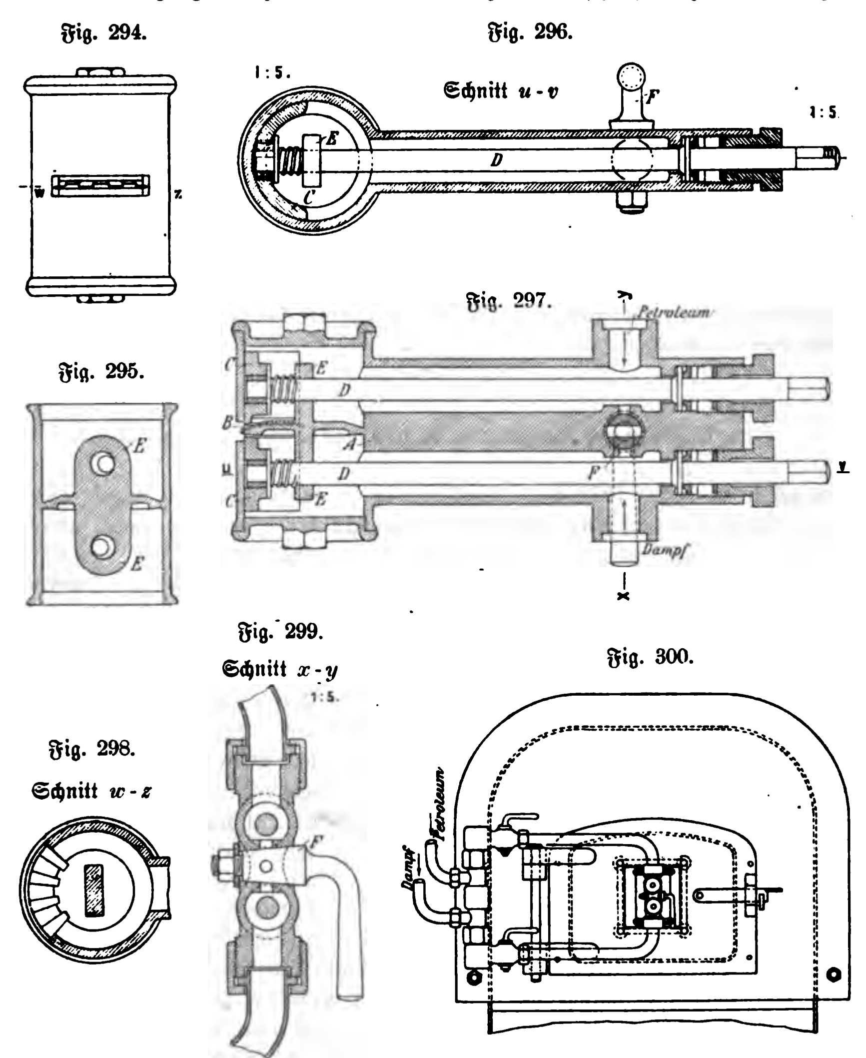


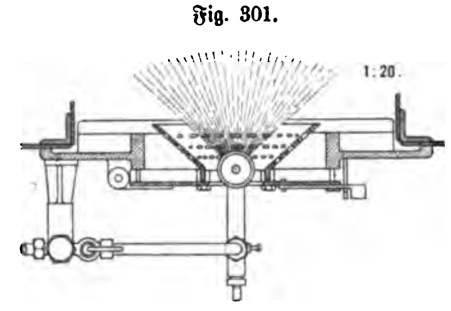
Fig. 294. Fig. 295. Fig. 296. Fig. 297. Fig. 298. Fig. 299. Fig. 300.

eine rund um die vordere cylindrische Kammer laufende Oeffnung erhalten, soweit die Kammer nicht an dem Zuleitungsstück festsitzt, wodurch eine ringförmige Aus-

[1]) C. Engler: „Das Erdöl von Baku", S. 37.

strömung der zerstäubten Rückstände bewirkt wird. Hierfür müssen nun auch die Schieber *C C* cylindrisch werden und sich in der Kammer wie Kolben hin und her bewegen lassen. Zu diesem Zwecke werden auf die Spindeln *D D* gestreifte excentrische Ringe *F* von Gleitstücken umfaßt, die in einer in Fig. 297 gezeichneten Führung in der Mittelrippe der Kolbenschieber *C C* laufen. Auch die Zunge ist, um eine sich nach oben und unten mehr ausbreitende Flamme zu erzielen, wie aus Fig. 301 ersichtlich, etwas verändert worden; die übrige Einrichtung der Zerstäuber ist dieselbe geblieben. Durch diese Verbesserung ist die Brauchbarkeit des Lenz'schen Zerstäubers bedeutend gestiegen; allerdings wurde er dadurch auch viel theurer und etwas weniger einfach.

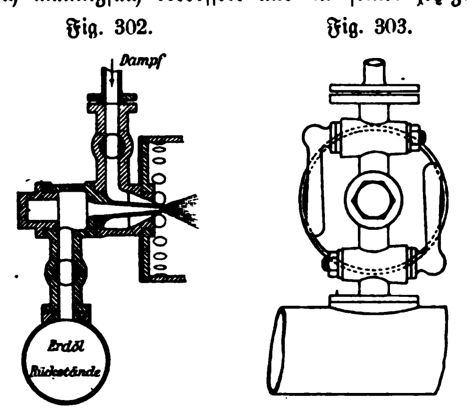
Fig. 301.



Der Düsenzerstäuber von Spakowski (Fig. 302 bis 303)

ist zuerst im Jahre 1870 für Schiffskessel in Gebrauch gekommen, später aber noch mannigfach verbessert und in seiner jetzigen höchst einfachen Form unter anderem von der Rostocker Actiengesellschaft für Schiffs- und Maschinenbau 1879 und 1880 auf vier für das Kaspische Meer bestimmten neuen Dampfern angebracht worden. Der flüssige Heizstoff, hier Brennölrückstände, fließt aus der inneren Düse, welche etwa 1 mm in das Mischrohr hineinragt (Fig. 302); der Dampf tritt aus der ringförmigen, diese Düse umgebenden Oeffnung. Durch die am Umfange des Mischrohres eingebohrten Löcher saugt der Dampf und Oelstrahl die nöthige Luftmenge an. Das Mischrohr verhindert gleichzeitig eine allzu große Ausbreitung des Dampfstrahles nach oben und unten und trägt auf diese Weise etwas zur Zerstäubung des Oeles bei, welche jedoch bei dem Spakowski'schen Apparate nicht so gut ist, wie bei dem neueren Urquhart'schen. Von dem, den Oelkern umgebenden Dampfstrahl wirkt nämlich nur die untere Hälfte kräftig zerstäubend, während dessen obere Hälfte sich ausbreitet, ohne sonderlich zur Zerstäubung beizutragen. Man sieht daher durch ein geschwärztes Glas in

Fig. 302. Fig. 303.



der Flamme noch immer einige Oeltropfen, welche herunterfallen und in flüssiger Gestalt verbrennen. Die Flamme hat eine besenförmige Gestalt und ist sehr lang, so daß sie am kräftigsten auf die Feuerbrücke einwirkt und die übrigen Feuerungstheile nur durch die strahlende Wärme, und zwar weniger gleichmäßig, erhitzt. Sind die Feuerungen sehr groß, so kann ein Zerstäuber sie nicht hinreichend erwärmen; man muß dann in jeder Feuerung zwei oder drei anbringen, was die Anlage etwas verwickelter macht. Der Oel- und Dampfzufluß wird für jeden Zerstäuber durch besondere Hähne geregelt.

Der erste Zerstäuber von Spakowski wurde im Jahre 1870 auf dem Dampfer „Iran“ des Kaspischen Meeres in Betrieb gesetzt. Der Dampfer besitzt eine Niederdruckmaschine von Penn. Der Kessel mit zwei Feuern arbeitete mit 1,25 kg/qcm Dampfüberdruck und war vorher schon 14 Jahre lang mit Kohlenfeuerung im Betriebe gewesen. Jede Feuerung wurde mit drei Zerstäubern versehen, welche bei 92 Umdrehungen der Maschine in der Minute und 45 indicirten Pferdekräften stündlich 4,25 kg Brennölrückstände für eine Pferdekraft verbrauchten. Im Jahre 1873 wurde der Dampfer „Helma“ ebenfalls mit Niederdruckmaschine, mit Spakowski'schen Zerstäubern für Oelheizung eingerichtet. Der Kessel arbeitete mit 1,5 kg/qcm Dampfüberdruck und hatte zwei Feuer, deren jedes einen Zerstäuber erhielt. Bei 85 Umdrehungen in der Minute und 21 indicirten Pferdekräften waren auf diesem Dampfer noch 3,11 kg Brennölrückstände für eine indicirte Pferdekraft und Stunde erforderlich. Zu diesem bedeutenden Oelverbrauch ist zu bemerken, daß das Oel nicht aus einem höher gelegenen Behälter in den Zerstäuber floß, sondern von ihm wie von einem Injector aus den in der Bilge liegenden Tanks angesaugt werden mußte, wodurch eine große Dampfverschwendung eintrat. Endlich besaßen die Maschinen nur Einspritzcondensatoren.

Apparate für Locomotiven.

Die Verwendung des Erdöles zum Heizen von Locomotiven verlangte eine Modification der besprochenen Apparate; es mußten Constructionen gefunden werden, die eine breitere Flamme erzeugen und bei denen ein Angreifen der Feuerbüchsen durch die Stichflamme vermieden wurde.

Die ersten Versuche machte 1868 S. Cl. Deville[1]). Er experimentirte zuerst mit einem verticalen Roste, dessen Oeffnungen so berechnet waren, daß hinter demselben eine bestimmte Quantität Mineralöl ohne Rauchbildung und ohne Verbrauch eines merklichen Luftüberschusses verbrennen konnte. Diese letztere Bedingung hielt S. Cl. Deville für sehr wichtig, denn, wie er nachgewiesen hat, besteht in ökonomischer Beziehung einer der größten Vortheile der Verwendung der Mineralöle zu Heizzwecken darin, daß, um vollständige Verbrennung zu erreichen, der Sauerstoff der ganzen dem Brennstoffe zugeführten Luft entzogen wird. Je tiefer man einen solchen Rost in den Herd hinein auf-

[1]) Comptes rendus 43, 349.

stellte, desto mehr wurde derselbe der abkühlenden Einwirkung der Luft entzogen und desto stärker wurde er während der Verbrennung der Mineralöle erhitzt.

S. Cl. Deville betrachtete den Rost als eine Reihe von Lampen, die Roststäbe als Dochte derselben, indem sie das Oel durch innere Rinnen verdampften. Die Luft, welche durch den zwischen den Stäben befindlichen freien Raum in den Herd einströmte, erzeugte eine sehr lebhafte und sehr kurze Flamme von ungefähr 25 cm Länge. Außerhalb dieser Flamme waren die Verbrennungsproducte unsichtbar; wurde aber in diesen dunklen Theil ein starker Platindraht eingeführt, so glühte derselbe sofort. Die Flamme wurde also ihres Kohlenstoffes beraubt, wie in der äußeren (Oxydations-) Flamme des Löthrohres, mit welchem der Apparat sich auch vergleichen läßt. Um die Oelverdampfungsfläche ohne Vergrößerung der äußeren Dimensionen des Rostes beträchtlich zu erweitern, stellte S. Cl. Deville die hintere Wand dieses Rostes unter einen gewissen Winkel. An seinem oberen Theile ist der Rost mit einer Reihe von Löchern versehen, durch welche das Oel eintreten kann; dasselbe fließt über den vollen Theil dieses Rostes, der am unteren Ende auf einer innen und außen vorstehenden gußeisernen Unterlage ruht, um zu verhindern, daß das Oel durch die Erschütterungen der Maschine aus dem Herde herausgeschleudert wird, oder auf die Sohle fällt.

Die Vertheilung des Oeles auf dem Roste ist durch einen einzigen graduirten Hahn bewerkstelligt.

Der zum Heizen einer Locomotive bestimmte Apparat bestand demnach in nichts Weiterem als in einem Roste, welcher in dem Herde in schräger Lage angebracht war, um die möglichst größte Heizfläche zu erhalten.

Mit einem nach obigem Principe eingerichteten, weniger vollkommenen Apparate wurden von S. Cl. Deville Heizversuche mit Mineralöl in einer Locomotive ausgeführt.

Die benutzte Locomotive war ein kleines Modell mit einer einzigen Treibachse; Gesammtgewicht 20 000 kg; Gewicht auf der Treibachse 8400 kg; Heizfläche 60 qm.

Bei dem gelungensten Versuche (siehe unten) vom 30. Juli, bei 90 000 kg Last und 60 km Geschwindigkeit, stieg die entwickelte Leistung auf ungefähr 250 Pferdekräfte, entsprechend $4^1/_5$ Pferdekräften per Quadratmeter Heizfläche. Das Resultat war also ein befriedigendes.

„Das Anzünden des Feuers beanspruchte unter Benutzung des Blasrohres einer benachbarten Maschine $1^1/_4$ Stunden; soll die Maschine durch den gewöhnlichen Zug ihrer Esse angeheizt werden, so sind dazu $2^1/_2$ Stunden erforderlich. Die mit Kohlen geheizten Maschinen erfordern zum Anfeuern $2^1/_2$ bis 3 Stunden.“

Diese Beobachtungen flößten S. Cl. Deville das größte Vertrauen zur Locomotivenheizung mit Mineralölen ein und machte er in Gemeinschaft mit Dieudonné weitere Heizversuche. Die dabei erzielten Resultate sind in Nachstehendem zusammengestellt:

Datum	Anzahl der Wagen	Mittlere Steigung des Weges	Mittlere Geschwindigkeit per Stunde	Zurückgelegter Weg
19. Juli	8	eben	60 km	18 km
30. Juli	8	„	60 „	18 „
30. Juli	11	„	60 „	18 „
26. November . .	4	3,5 mm	60 „	55 „

Datum	Oelverbrauch per Kilometer	Gewicht der Wagen	Bemerkungen
19. Juli.	4,70 kg	50 000 kg	Gewöhnliches Wetter,
30. Juli	4,58 „	50 000 „	Ebenso,
30. Juli	4,71 „	90 000 „	Schönes Wetter,
26. November . .	4,70 „	30 000 „	Sehr schlechtes Wetter.

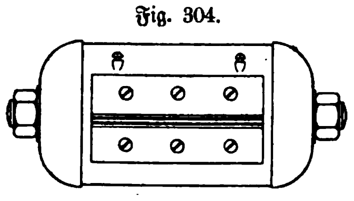
Bei richtiger Verwendung der Mineralöle hatte man weder Rauch noch Schlacken zu befürchten. Bei bedeutender Geschwindigkeit der Locomotive war der durch das Dampfauslassen hervorgebrachte Zug so stark, daß man den Oelverbrauch und somit die Dampferzeugung beliebig steigern konnte, ohne eine Rauchbildung befürchten zu müssen. Das Feuer wurde mittelst eines einfachen Hahnes regulirt, und zwar nach der Farbe der aus der Esse abziehenden Gase, die, sobald kein Luftüberschuß vorhanden war, gelbliche Färbung zeigen mußten. Die Regulirung war eine so leichte Arbeit, daß sie dem Locomotivführer neben seinen gewöhnlichen Functionen übertragen werden konnte. Bei Unfällen oder Stößen konnte der Oelzuleitungshahn durch einen selbstwirkenden Apparat geschlossen werden, wodurch das Feuer im Herde plötzlich erlosch und keine größeren Brände entstehen ließ, welche öfters entsetzliches Unglück herbeigeführt hatten.

Aus den beschriebenen Versuchen ist ersichtlich, daß die Oelfeuerung, wenn auch nach ganz primitiver Art und Weise benutzt, gewisse Vorzüge gegenüber der Feuerung mit festen Brennstoffen gewährte. Man konnte erwarten, daß durch Verbesserung der bestehenden Apparate noch günstigere Resultate erzielt werden, und suchte daher nach dieser Richtung solche zu erreichen. Die Zahl der meistens auf gleichem Principe beruhenden Apparate ist sehr groß und soll daher in Nachstehendem eine gedrängte Uebersicht der ihrer Entwickelung nach bestconstruirten Apparate gebracht werden.

Der Schlitzzerstäuber von Karapetow (Fig. 304 bis 308, a. f. S.)

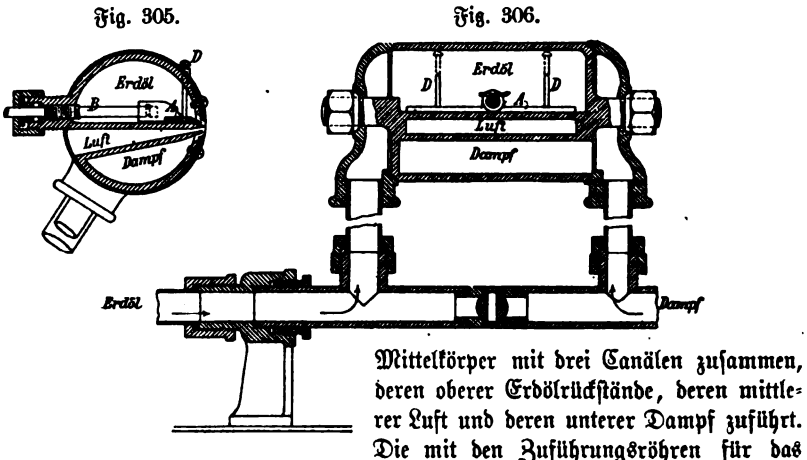
galt noch anfangs der 80er Jahre als einer der wirkungsvollsten und wurde mit Vorliebe für Locomotiven verwendet. Er ist ähnlich den vorbeschriebenen mit drehbaren Rohrverbindungen am Kessel befestigt, vermeidet aber den jenen leicht anhaftenden Nachtheil des Zerstörens der Rohrwände, indem er den ganzen Flammenstrom auf eine feuerfeste aufgemauerte Herdsohle wirft (Fig. 307), die sehr bald eine hohe Temperatur annimmt und daher alle

Fig. 304.



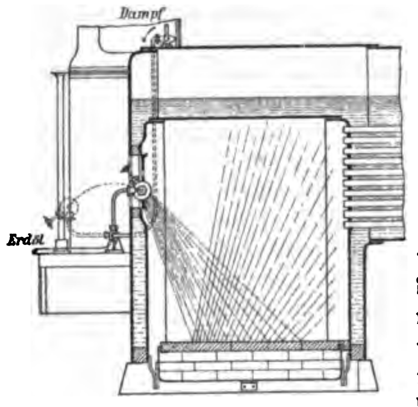
Oeltröpfchen entzündet, welche sie noch unverbrannt erreichen, wodurch eine fast vollkommene Verbrennung entsteht. Der Apparat selbst setzt sich aus einem

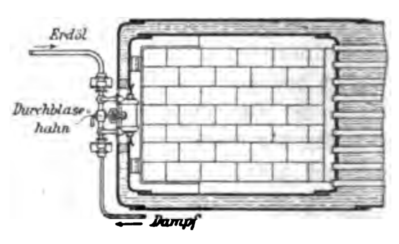
Fig. 305. Fig. 306.



Mittelkörper mit drei Canälen zusammen, deren oberer Erdölrückstände, deren mittlerer Luft und deren unterer Dampf zuführt. Die mit den Zuführungsröhren für das Oel und den Dampf versehenen Enden des Zerstäubers sind, wie aus Fig. 305 zu erkennen, mit dem Mittelkörper verschraubt. Der aus dem Schlitz des Zer-

Fig. 307. Fig. 308.





stäubers austretende Dampfstrahl saugt die Luft durch den mittleren Canal an und bringt sie in unmittelbare Berührung mit den zu verbrennenden Oeltheilchen, deren vollständige und rauchlose Verbrennung begünstigend. Den Zufluß des Oeles regelt ein Schieber *A* mit Spindel *B* und Handrad, wogegen der Dampf durch einen Hahn oder ein Ventil abgesperrt werden kann. Zwei Stellschrauben *D* verhindern beim Betriebe ein Zurückgehen des Schiebers *A*. Behufs Untersuchung und Reinigung bringt man den Zerstäuber in die in Fig. 307 punktirt gezeichnete Lage. Auch dieser Apparat verbraucht noch eine so bedeutende Menge Oel für eine Pferdekraft und Stunde, daß er nur dort anwendbar bleibt, wo das Oel ungefähr umsonst zu haben ist.

Der Rohrzerstäuber von Körting (Fig. 309 bis 312)

ist dadurch charakterisirt, daß er nicht das Oel, sondern den Dampf durch das innere Rohr gehen läßt, und nicht den Dampf, sondern das Oel von außen zuführt, wodurch die Reinigung der Austrittsöffnung bei etwaigen Verstopfungen mittelst Durchblasens sehr erleichtert wird. Der Dampf gelangt

Fig. 309.

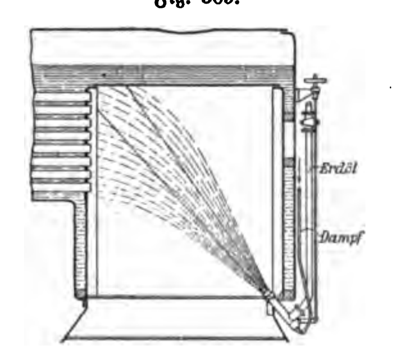
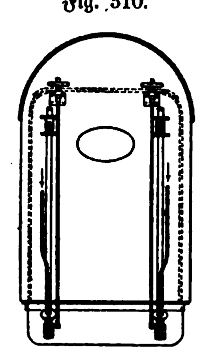


Fig. 310.



durch ein kurz vor seiner Mündung sich etwas verengendes Rohr zum Austritte. Dieses Rohr wird von einer Hülse umschlossen, an deren hinterem Ende ein Klemmfutter mit zwei Zapfen befestigt ist, in welche zwei kleine Hebel greifen. Auf der Achse dieser Hebel sitzt ein anderer Hebel, welcher mittelst Zugstange und Handrades von einem beliebigen Orte an der Stirnwand des Kessels bewegt werden kann. Geschieht dieses, so verschiebt sich die Hülse über dem inneren

Fig. 311.

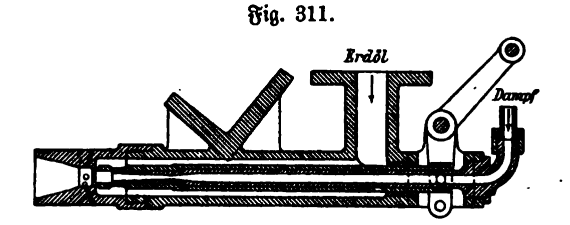
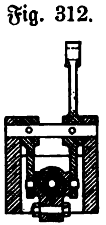


Fig. 312.



festen Rohr und regelt den Ausfluß des Oeles, während der Dampfstrahl durch einen Hahn oder ein Ventil abgesperrt werden kann. Der austretende Oel- und Dampfstrahl saugt durch die seitlich in den hohlen Austrittskegel gebohrten Löcher Luft an, um die Verbrennung an der Oberfläche des Oelstrahles zu verbessern. Die sonst erforderliche Verbrennungsluft tritt aus dem Aschenfall zu. Der Flammenstrahl wird bei Locomotivkesseln, wie hier gezeichnet ist, gegen die andere obere Ecke der Feuerung, bei Schiffskesseln mit rückkehrender Flamme gegen die hinten aufgemauerte Feuerbrücke gespritzt. Die Körting'schen Rohrzerstäuber, welche besonders für Locomotiv- und Schiffskesselfeuerung bestimmt sind, haben den Vortheil einer sehr einfachen Construction und lassen sich nach Abschrauben

ihres Mundstückes schnell und gründlich reinigen. Ein Nachtheil der, wie hier gezeichnet, in schräger Richtung befestigten Locomotivzerstäuber ist das unvermittelte Auftreffen des Flammenstrahles auf die Feuerbüchsendecke und die hintere Rohrwand, worunter diese und die Rohrenden allmälig leiden müssen, sowie der Umstand, daß bei ungenügendem Oelzuflusse nur die untere Hälfte der ringförmigen Oeffnung mit Oel erfüllt sein kann, in welchem Falle der Dampf das Oel mehr verspritzen als zerstäuben wird.

Ein sehr einfacher Brenner für die Locomotivfeuerung ist der Urquhard'sche Strahlinjector (Fig. 313 bis 316). Die Erdölrückstände werden durch ein einfaches Dampfstrahlgebläse in die Locomotivfeuerung getrieben. Ein Hauptvorzug dieses Injectors ist, daß er gestattet, das Feuer augenblicklich zu unterbrechen, sowie während der Fahrt und beim Anhalten auf Stationen es je nach Anforderungen aufs Genaueste zu reguliren. Der durch das Rohr *a* (Fig. 313) zugeführte Dampf treibt das durch Rohr *o* zufließende Oel und zerstäubt es mit der bei *r* angesaugten Luft in die Feuerung. Das Vorrathsgefäß *E* (Fig. 314) für Erdöl befindet sich an Stelle des früheren Kohlenraumes zwischen den Wasserbehältern *W* auf dem Tender, so daß im Winter beim Erwärmen des Tenderwassers durch das Dampfrohr *S* das Erdöl mit erwärmt wird. Außerdem

Fig. 313.

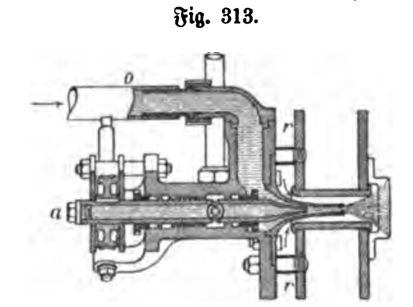
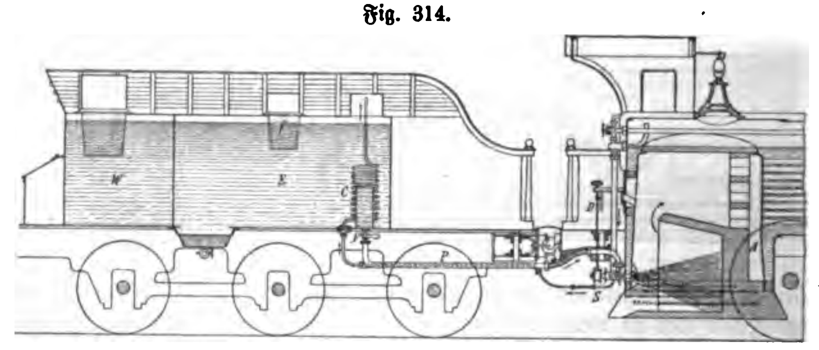


Fig. 314.



befindet sich beim Ablaßhahn *V* ein schlangenförmig gebogenes Dampfrohr *C*, damit das Oel warm in das zur Feuerung führende Rohr *P* treten kann, durch welches zur weiteren Erwärmung auch das Rohr *S* geleitet ist. Das sich aus dem Erdöle abscheidende Wasser sammelt sich in der Vertiefung von *W*. Zum Zurückhalten der Unreinigkeiten sind die Einfüllöffnung und Abfluß bei *C* mit Filtern versehen. Bewährt hat sich die Art der Ausmauerung (Regenerativfeuerung) (Fig. 315 und 316), bei welcher die durch die vordere Aschenkastenthür

eintretende Luft in dem Canale *A* stark vorgewärmt wird. Die beiden Rohre *B* gestatten der Flamme, auch den Theil der Röhrenplatte unter den Sieberöhren zu erhitzen. Der Erdölzufluß wird mittelst der Spindel *D* geregelt, welche mit doppeltem Schraubengange, messingener Mutter und Zeiger versehen ist. Letzterer bewegt sich auf einer von 0 bis 20° eingetheilten messingenen Scala und ermöglicht dem Heizer, den Erdölzufluß auch während der Nacht zu reguliren, da im Dunkeln Dampf von Rauch des Schornsteines nicht genau unterschieden werden kann. Außerdem ist die Feuerungsthür mit einem Schauloch versehen. Diese Thür ist stets verschlossen und, wie aus der Figur ersichtlich, mit Backsteinen vermauert und durch eine Blechtafel verschlossen. Durch das Schauloch läßt sich nun auch in der Nacht beobachten, ob das Feuer hell oder dunkel ist. Zur Bestimmung des Oelverbrauches sind die Erdöltanks der Tender mit einem

Fig. 315.

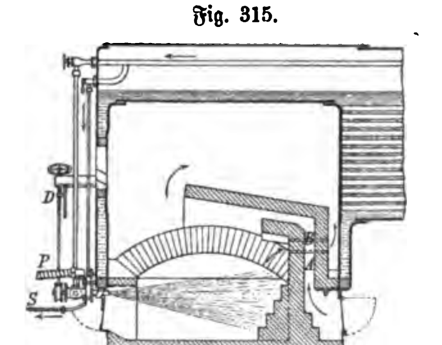
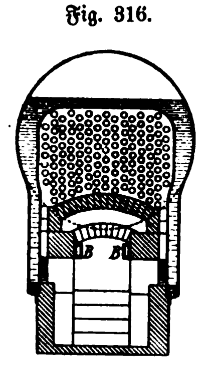


Fig. 316.



Standglase von 24 mm Durchmesser versehen. Das Glas ist über 1,25 m lang und an einem hölzernen, mit einer Zollscala versehenen Rahmen befestigt. Jeder Theilstrich der Scala resp. des Standglases ist einer Anzahl von Pfunden Erdöl in dem rechteckigen Behälter äquivalent, und kann der Locomotivführer den Erdölverbrauch an der Scala ablesen. Der Behälter einer sechsräderigen Locomotive faßt $3\frac{1}{2}$ Tonnen Erdöl und genügt dieses Quantum für das Fahren eines Eisenbahnzuges von 480 Tonnen Bruttogewicht, exclusive Tender und Locomotive, auf 250 Meilen Entfernung. Nach einem Vortrag des Verfassers in den Institution of mech. Engineers 1889 beträgt der Minderverbrauch an Erdöl gegenüber Kohle — in Gewicht — 45 bis 49 Proc. Neben geringerem Heizmaterialverlust sind, der Raum für das Heizmaterial und die Asche, die Reparaturen geringer, und der Betrieb ein gleichartiger und kein Rauch vorhanden.

Ueber die weitere Anordnung dieses Injectors ist noch Folgendes zu erwähnen:

Zur ersten Anfeuerung und zur anfänglichen Dampfentwickelung wird Dampf aus einer im Betriebe stehenden Rangirmaschine der Erdöllocomotive zugeführt und dadurch der Strahlinjector in Thätigkeit gesetzt, auch gleichzeitig ein Zug im Schornstein erzeugt. Zur ersten Anfeuerung entnimmt man wohl auch den Dampf einem stationären Kessel. Steht directer Dampf überhaupt nicht zur Verfügung, so ist man gezwungen, solchen erst zu erzeugen. In der Praxis

wird (aus kaltem Wasser) Dampf von drei Atmosphären Spannung innerhalb 20 Minuten zu erhalten sein; bei Benutzung dieses Dampfes erreicht man eine Dampfspannung von acht Atmosphären in circa 40 bis 50 Minuten, von der Zeit der ersten Inbetriebsetzung des Injectors an gerechnet. Steht einem Dampfkessel warmes oder vielmehr heißes Wasser zur Speisung zur Verfügung, so kann eine Dampfspannung von sieben bis acht Atmosphären in circa 20 bis 25 Minuten schon erreicht werden.

Beim Anfeuern der Locomotiven sind die angeführten Vorsichtsmaßregeln zu beachten.

Durch Beobachtung des aus dem Schornstein tretenden Rauches läßt sich der Erdölzufluß genau regeln und gilt dabei als Anhaltspunkt, daß der Dampf durchsichtig und leicht sein muß, da in solchem Falle die zugeführte Luft zum verbrannten Erdöl im richtigen Verhältnisse steht. Ueberhaupt steht die Verbrennung ganz und gar unter der Controle des Locomotivführers, und läßt sich dieselbe so leiten, daß gar kein Rauch gebildet wird.

In den nebenstehenden Tabellen sind Betriebsergebnisse zusammengestellt, welche mit dem eben beschriebenen Apparate bei Beheizung mit Erdöl im Vergleich zu anderen Brennstoffen erzielt wurden.

In Fig. 317 beiliegender Zeichnung ist ein Feuertopf eines Petroleumheizofens, nach dem System der The Boston Petroleum Heating Company in Boston

Fig. 317.



(D. R.-P. Nr. 21 648) in Perspectivansicht dargestellt. Fig. 318, a. S. 472, zeigt den Grundriß des Topfes nach Wegnahme des Luftdeflectors. Fig. 319, a. S. 472, veranschaulicht einen Längenschnitt durch den Feuertopf und Fig. 320, a. S. 472, einen Querschnitt durch die Mitte desselben. Aus Fig. 321, a. S. 473, ist das Innere des Feuertopfes ersichtlich und Fig. 322, a. S. 473, zeigt einen etwas vergrößerten Querschnitt nach der Linie x bis x in Fig. 319.

Auf beiliegender Zeichnung bezeichnet a den Feuertopf eines Petroleumheizofens, der von rectangulärer Form ist.

Tabelle A.

Gewicht des Zuges t	Weglänge km	Brennstoff	Brennstoffverbrauch insgesammt kg	für 1 km kg	für 1 t und 1 km kg
406	524	Anthracit	14 400	27,5	0,067
406	524	Steinkohle	17 010	32,5	0,079
406	312	Erdöl	4 290	13,8	0,033
406	312	Anthracit	5 730	18,4	0,045
406	312	Erdöl	3 270	10,5	0,025
487	312	Anthracit	5 790	18,6	0,038
487	312	Erdöl	2 770	8,9	0,018

Tabelle B.

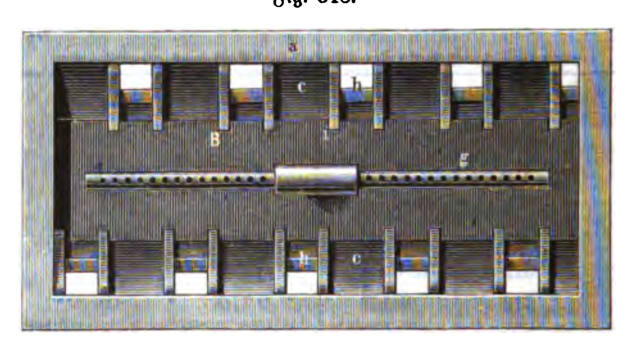
Jahr	1000 Wagons 1 km zu transportiren kosten Mk.	Mittlerer Verbrauch per 1 km Fahrt		Mittlere Kosten per 1 km Fahrt		Mittlere jährliche Kosten von 1 Pud		Verbrauch an Kohle zu dem an Erdöl Mk.
		Anthracit Pfg.	Erdöl Pfg.	Anthracit Pfg.	Erdöl Pfg.	Anthracit Pfg.	Erdöl Pfg.	
1881	11,82	—	—	—	—	42,34	42,38	100 : 56,87
1882	11,02	58	—	61,34	—			
1883	10,74	—	—	—	—			
1884	7,40	—	—	—	—			
1885	6,30	—	32,68	—	34,88			
		Ersparniß 43,68 Proc. [1]) dem Gewichte nach						

Die Seitenwandungen b des Ofens sind nach dem Boden hin gegen einander geneigt, wie in der Zeichnung dargestellt. Eine jede dieser geneigten Seitenwandungen b ist mit einer Anzahl von Abtheilungen c versehen. In einer jeden dieser Abtheilungen liegt ein Docht d, der am besten aus Baumwolle, Hanf, Leinen, Jute oder einer anderen geeigneten Fasersubstanz besteht und mit einer Asbestschicht überzogen ist. Diese Dochte saugen das Petroleum auf, welches

[1]) 100 Pud Kohle gleich 56,32 Pud Erdöl.

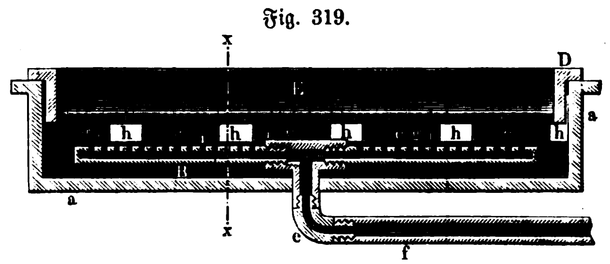
von der durchlochten Petroleumröhre hinabfließt, die sich über den Boden des Feuertopfes, und zwar zu einem noch anzugebenden Zwecke in einem bestimmten Abstande von demselben erstreckt. Die Enden dieser Röhren *B* sind geschlossen und es werden dieselben von einem kurzen Knierohrstück *e* getragen, das mit ihren

Fig. 318.

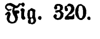


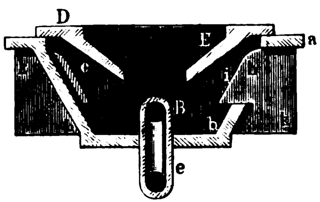
sowie mit einer Röhre *f* communicirt, die nach dem in der Zeichnung nicht dargestellten Petroleumreservoir hinführt. Wenn man die Dochte entzündet, wird die Röhre *B* bald erhitzt und dadurch das in derselben enthaltene Petroleum in dem Maße, wie es aus den Oeffnungen *g* herausfließt, in Gas übergeführt.

Fig. 319.



In einer jeden der Seitenwände des Feuertopfes, zwischen oder seitlich von den Dochtabtheilungen *c*, sind Lufteinlaßöffnungen *h* angeordnet, deren Lage eine derartige ist, daß jede der Oeffnungen auf der einen Seite einer Dochtabtheilung *c* auf der anderen Seite gegenüber steht. Dadurch werden die von beiden Seiten eintretenden Luftströme neben einander hergeführt, ohne auf einander zu stoßen, und dadurch eine kreiselnde Bewegung der Luft erzeugt, welche die Vermischung mit den schweren Kohlenwasserstoffgasen dicht über dem Boden des Feuertopfes wesentlich befördert, während im anderen Falle diese Gase auf einer Stelle sich ansammeln und stagniren würden.


Fig. 320.

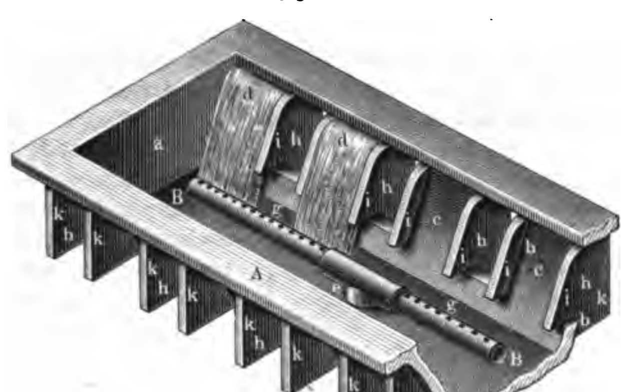


Auf jeder Seite einer jeden Luftöffnung *h* sind zwei vorspringende Rippen *i k*, erstere auf der Innenseite des Feuertopfes und letztere auf der Außenseite

desselben angeordnet. Diese Platten dienen zur Vergrößerung der Oberfläche der Luftöffnungen, so daß die eindringenden Luftströme gezwungen werden, über eine größere Heizfläche hinwegzustreichen, um in hoch erhitztem Zustande in das Innere des Feuertopfes zu gelangen, in welchem Zustande sie sich am besten zur Vermischung mit den darunter befindlichen Gasen eignen.

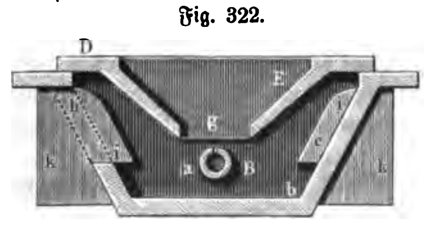
Im Inneren des Feuertopfes *a* befindet sich ein zweiter Topf von viereckiger Form, der auf jeder seiner längeren Seitenwände, mit einer nach abwärts

Fig. 321.



gerichteten geneigten Platte, einem Deflector *E*, versehen ist. Diese Deflectoren sind so angeordnet, daß sie die durch die Oeffnungen *h* eindringenden Luftströme auffangen, sie nach abwärts gegen den Boden des Feuertopfes hin ablenken und dadurch dicht in die Nähe der gelochten Petroleumröhre *B* drängen, woselbst sie in den geeigneten Mengenverhältnissen mit den von dieser Röhre aufsteigenden Petroleumgasen zur gründlichen Vermischung gelangen, so daß eine vollständige Verbrennung der Gase auf diese Weise gesichert wird. Wenn man die Petroleumröhre *B* in einem genügend großen Abstande von dem Boden des Feuertopfes anordnet, wie in den Figuren 319, 320, 322 dargestellt, so daß die nach unten durch den Deflector *E* abgelenkten Luftströme frei darunter fortstreichen können, so werden dadurch die schweren Kohlenwasserstoffgase verhindert, nach unten zu sinken und auf dem Boden sich anzusammeln, indem sie durch die Luftströme, welche unter der Oelröhre fortstreichen, beständig aufgewirbelt werden und zur innigen Vermischung mit denselben gelangen, was nicht der Fall sein würde, wenn die Röhre direct auf dem Boden des Feuertopfes aufliegen würde.

Fig. 322.

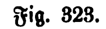


Zimmerfeuerung und Schmiedefeuerung.

Auf dem Gebiete der Heiztechnik ist die Befeuerung der Zimmeröfen mit Erdöl oder den Rückständen als eine wesentliche Neuerung zu verzeichnen, denn sie erreicht, was die Heiztechniker schon seit geraumer Zeit anstrebten, eine vollkommene Verbrennung ohne die geringste Rauch- und Rußbildung.

Ein Zimmerofen mit Erdölrückständen geheizt, wie er in den Werkstätten des Hafens von Astrachan mit Erfolg im Gebrauch ist, hat folgende Einrichtung (Fig. 323).

Ein circa $^2/_3$ m über dem Erdboden befindliches Gefäß, welches durch eine Scheidewand in die Räume *a* und *b* getheilt wird, enthält in dem kleineren Raume *a* Wasser und in dem größeren Raume *b* Erdölrückstände. Zwei unten am Boden befindliche Rohre mit Hähnen leiten beide Flüssigkeiten getrennt nach einem Trichter, von dem sie gemeinschaftlich durch den Schlauch *f* und das eingeschobene Metallrohr *g* in den im Ofen *H* stehenden Teller *h* gelangen, um hier zu verdampfen.



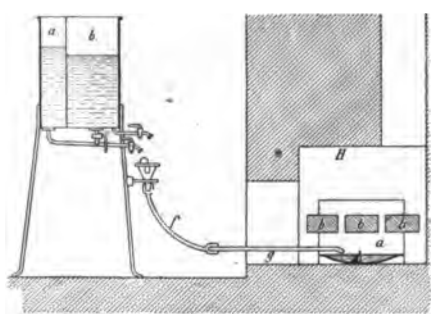


Fig. 323.

Zu beiden Seiten des Tellers sind Ziegelsteinwangen *a* aufgesetzt, die von drei Ziegelsteinen *b* so überdeckt werden, daß zwei Schlitze frei bleiben. Die Wangen *a* sind über die Steine *b* hinaus noch etwas verlängert.

Um den Apparat in Thätigkeit zu setzen, wird etwas Wasser und Erdölrückstand in den Teller *h* abgelassen und in demselben angezündet. Die umstehenden Ziegelsteine werden von der Gluth des Erdöles bald so glühend, daß das im Teller *h* befindliche Wasser in Dampf verwandelt wird und den Erdölrückstand mit sich mitreißt, um ihn an den glühenden Wänden zu verbrennen. Sobald der Zufluß der Flüssigkeiten ausprobirt ist, functionirt die Feuerung continuirlich.

Mit 1 Pud gleich 16,4 **kg** Erdölrückstand per Tag wird ein Raum von 8 cbm genügend geheizt.

Ein zweiter Zimmerheizofen, von R. Schulz in Dresden-Striesen construirt, hat im Untersatze eines gußeisernen Ofens einen kleinen kupfernen Kessel, in welchem durch die darunter stehende Spirituslampe zuerst Wasserdampf entwickelt wird. Dieser Dampf saugt alsdann durch das links liegende, mit einem Hahn versehene enge Röhrchen aus dem kreuzförmig um den Ofen herum angeordneten kupfernen Behälter das Erdöl an und zerstäubt dasselbe zu äußerst feinem Thau, welcher bei einer im Feuerraume sich entwickelnden hohen Temperatur mit der nöthigen atmosphärischen Luft, deren Zutritt durch die unterhalb der kleinen Glimmerthür sich befindende Regulirvorrichtung erfolgt, in dem concentrischen

Rohrsystem vollständig geruch- und rußfrei wie Gas verbrennt; die Heizgase umziehen den Kochraum und das Wasserreservoir, das zur Feuchthaltung der Zimmerluft, zum Entnehmen von heißem Wasser und zur Füllung des Kessels (vermittelst des an demselben angebrachten Hahnes) dient, und ziehen durch die Rohrleitung in den Schornstein oder, wenn solcher nicht vorhanden ist, ins Freie.

Der als geschlossenes Rohr construirte Erdölbehälter wird in Folge seiner isolirten Lage außerhalb des Ofens von der Wärme wenig getroffen, und da außerdem absolut kein Erdöl in den Ofen hineinlaufen kann, sondern erst durch den ausgestrahlten Dampf angesaugt werden muß, so ist bei der vorliegenden Heizanlage jede Gefahr vollständig ausgeschlossen.

Der Erdölofen wird gegenwärtig in eleganter Form aus Gußeisen hergestellt, besitzt aber bei allen Vortheilen nicht den Nachtheil anderer gußeiserner Oefen, die Zimmerluft auszutrocknen, da, wie oben erwähnt, dafür Sorge getragen ist, daß dieselbe fortwährend feucht erhalten wird.

Die Handhabung des Erdölofens, der bereits im Deutschen Reiche, in Oesterreich-Ungarn, Belgien, Frankreich, England und in Amerika patentirt ist, wird dadurch besonders angenehm, daß es nicht des künstlichen Aufschichtens des Brennmaterials und der Entfernung der Asche bedarf, sondern, da Erdöl- und Wassergefäß immer gefüllt sind, das Entzünden der Spiritusflamme genügt, um den Ofen in Betrieb zu setzen. Binnen fünf Minuten kocht das Wasser im Kessel, in weiteren zwei Minuten ist genügende Dampfspannung zur Zerstäubung vorhanden, und die Wärme erzeugende Flamme des Erdölnebels zieht mit 1 m Länge durch den Ofen. Die Heizung ist nun eine so rapide, daß 25 Minuten genügen, um ein mäßig großes Zimmer zu erwärmen.

Von den verschiedenen Apparaten, welche zur Anwendung der Oelfeuerung für Schmiedezwecke vorgeschlagen worden sind, seien hier nur die folgenden erwähnt.

Die Feuerung von Nobel und Wittenstrom

ist eine ältere, bereits vor einer Reihe von Jahren benutzte Einrichtung. Sie wird augenblicklich von Ostberg[1]) zur Herstellung seines gießbaren Schmiedeeisens benutzt und von ihm sehr gelobt. Die Feuerung bildet ein aus einzelnen, trogartig ausgehöhlten Rostbalken bestehender Stufenrost, in dessen obersten Rostentrog das Oel einströmt und dann durch Ueberfließen von einer Treppenstufe zur anderen in die Rostentröge tropft, wobei es zur Verbrennung gelangt. Die Schwierigkeiten, welche auch bei dieser Anordnung noch der reichlichen Luftzuführung entgegenstehen, wenn eine rauchfreie, vollkommene Verbrennung eintreten soll, hatten die vorgenannten beiden Ingenieure, von denen die Feuerung herrührt, bereits durch Einführung eines künstlich gesteigerten Zuges überwunden. Ostberg will dadurch, daß er den Schornsteinquerschnitt auf Grund von Versuchen in ein gewisses Verhältniß zur Oberfläche des der Flamme ausgesetzten Oeles bringt und den Zutritt der Preßluft durch besondere Vorrichtungen sorg-

---

[1]) Engineering 1886, 1, 360.

fältig regelt, eine so hohe Verbrennungstemperatur erzielt haben, daß sie hinreicht, um in einer Entfernung von etwa 300 mm von der Rostfläche in Tiegeln befindliches Schmiedeeisen zum Schmelzen zu bringen. Ostberg's Feuerung arbeitet mit solchem Erfolge, daß er mit seinen Tiegeln in 12 Stunden 11 Ladungen ausbringt, welche er durch Erniedrigung des Schmelzpunktes des Eisens mittelst eines Zusatzes von 0,05 bis 0,10 Proc. Aluminium so dünnflüssig hergestellt, daß er das Schmiedeeisen, ohne eine Veränderung seiner Eigenschaften herbeizuführen, in Formen gießen kann.

Apparat von Westphal.

Aus einem 1 bis 2 m über dem Brenner befindlichen Behälter gelangt das Erdöl durch das Rohr *L* (Fig. 324 und 325) und das Ventil *T* in die Rohrleitung *K* und durch kleine Oeffnungen *o* in die ringförmigen, in einander liegenden Rinnen *E*, um aus diesen durch die ebenfalls ringförmigen Spalten nach oben auszutreten. Hier wird das Erdöl durch den im Rohre *W*, dessen Mündung durch ein Ventil *A* zu stellen ist, von einem durch Gebläse erzeugten, einströmenden Luftstrom, der sich in die zwischen den Spalten *t* liegenden Zwischenräume *r* vertheilt, getroffen und zerstäubt, so daß es beim Entzünden eine ungemein kräftige Flamme bildet, welche durch den mit feuerfestem Material

Fig. 324.

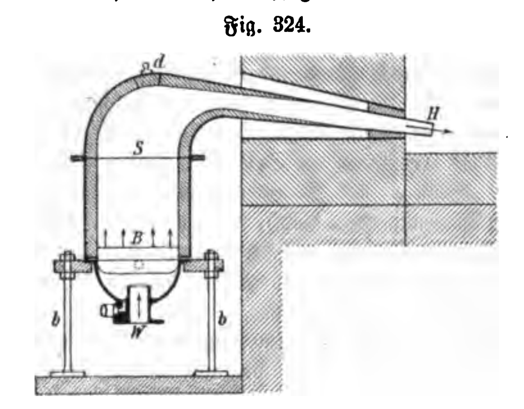
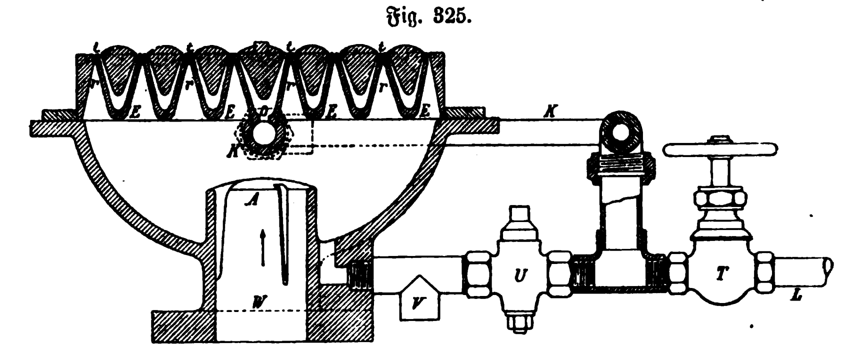


Fig. 325.



gefütterten Schnabel *S* bei *H* in den Schmiedeherd eintritt. Die Entzündung des Erdöles oberhalb des Brenners *B* erfolgt mittelst einer Fackel durch eine mit Deckel *d* verschließbare Oeffnung in dem Schnabel *S*. Der mit der Leitung *L*

verbundene Hahn U dient zur Entleerung der Rohrleitung L von Erdöl durch den Stutzen V, wenn dies erforderlich wird. Der ganze Apparat ruht, wie aus Fig. 324 ersichtlich, auf vier Stützen b und ist überall leicht aufstellbar. Für Reinigungszwecke kann der eigentliche Brenner B leicht herausgenommen und nachgesehen werden; jedoch soll dies bei vorsichtigem Arbeiten nur sehr selten nöthig sein.

Als Hauptvortheile dieses Brenners werden angeführt: Die Erzielung einer sehr hohen Temperatur und die Möglichkeit, dieselbe einzuhalten, reine Flamme ohne Ruß und ohne schädliche Gase; leichte Regulirung der Flammenstärke und reine und billige Arbeitsweise.

Es werden bis jetzt drei Größen dieses Brenners gefertigt, von 150, 200 und 250 mm äußerem Durchmesser. Der Preis eines 200 mm-Brenners beträgt in Baku etwa 250 Mark; der stündliche Erdölverbrauch etwa 15 kg. Der beschriebene Apparat hat in Baku und an der Wolga bereits große Verbreitung gefunden und soll sich sehr vortheilhaft bewähren.

Bei Anwendung der Zerstäuberfeuerung (Forsunka) ist Folgendes zu berücksichtigen:

1. Der Zerstäuber muß am Anfange des Ofens angebracht werden und genau axial im Flammrohre sitzen.

2. Die Luftzuführung muß um den Zerstäuber herum gleichmäßig vertheilt sein.

3. Die Menge der zuströmenden Luft soll so groß sein, daß zwischen Flamme und Kesselwand und der Mitte des Flammrohres, namentlich in der ersten Hälfte oder dem ersten Drittel, eine isolirende, ringförmige Dunstschicht vorhanden ist, zu der gleichzeitig ein Ueberschuß von Luft treten soll, um weitere Verbrennung zu ermöglichen, so daß die aus dem Schornstein austretenden Gase rauchfrei erscheinen.

4. Die Thüren sind so einzurichten, daß die Luftzuführung leicht regulirt, andererseits beim Auslöschen des Feuers die Feuerung hermetisch geschlossen werden kann.

Zu 3. ist zu bemerken, daß derselbe auch in der Praxis leicht auszuführen sei. Eine gleichzeitige Anwesenheit von Dunst bei Ueberschuß von Luft sei wohl schwer denkbar, doch muß berücksichtigt werden, daß eine vollständige Verbrennung wie jede andere Reaction gewisse Zeit erfordert. Am Anfange der Feuerung beginnt das Erdöl zu brennen, erzeugt Dunst, der keine Zeit hat, sich mit der Luft, die auch im Ueberschusse vorhanden ist, zu verbinden, und die Reaction geht nur in weiteren Kreisen der Feuerung vor sich.

Bezüglich der Handhabung des Zerstäubers sind folgende Punkte zu beachten:

Zur Vermeidung von Explosionen ist stets beim Anzünden des Zerstäubers Sorge zu tragen, daß der Zuführung des Oeles diejenige des Dampfes vorangehen muß; beim Abstellen des Zerstäubers dagegen muß die Schließung des Dampfzuflusses derjenigen des Oelzuflusses folgen. Im letzteren Falle entstehen bei Nichtbeachtung Explosionen dadurch, daß eine Vergasung des bei fehlendem Dampfe auf die erhitzten Feuerungswände niedertropfenden Oeles eintritt, die

Gase mit Luft sich mischen und bei dem Wiederanzünden des Zerstäubers unter Explosion zur Entzündung gelangen. Die Reinigung der durch Verunreinigungen oder Verkohlungen des Oeles entstehenden Verstopfung des Zerstäubers kann mittelst Durchblasen von Dampf geschehen.

Es empfiehlt sich, überhitzten Dampf zur Zerstäubung anzuwenden, um Condensationen im Dampfrohre und die Dämpfung der Flamme durch zu nassen Dampf zu vermeiden. Durch die Ueberhitzung des Dampfes findet ein Vorwärmen des Oeles statt und fernerhin eine Ersparung an Dampf in Folge der grösseren Ausdehnung desselben.

Die Verwendung der Schmieröle.

Es ist begreiflich, daß mit der mächtigen Entwickelung der Industrien und Verkehrsanstalten (Eisenbahnen, Schifffahrt rc.) auch die Schmiermaterialien qualitativ und quantitativ einen großen Aufschwung genommen haben. Vor Einführung der Mineralölschmierung waren Unschlitt, Schweinefett, Rüb- und Olivenöl und andere thierische und pflanzliche Fettsubstanzen fast die einzigen Schmiermaterialien. Die ersten Eisenbahnen führten neben diesen Producten steife Schmieren, sogenannte Starrschmieren, zum Gebrauche für Locomotiven und Waggons ein. Die Nachtheile dieser Schmierung, die nur noch in vereinzelten Fällen heute in Verwendung steht, zeigten sich alsbald im größeren Aufwande von Heizmaterial, hervorgerufen durch die größere Reibung der Achsen, im häufigeren Heißlaufen der Waggons und damit verbundenen größeren Reparaturkosten. Speciell in den Wintermonaten zeigten sich die Uebelstände der Starrschmiere in den größeren Widerständen der Waggons bei schwer belasteten Zügen [1]).

Gegen Mitte der 50er Jahre wurden die ersten Versuche mit Mineralschmierölen bei den Eisenbahnen durchgeführt. Anfangs mit ungünstigen Erfolgen, wozu freilich die Voreingenommenheit gegen diese und die thatsächlich schlechte Qualität der damaligen Oele viel beitrug. Die ersten Versuche machten die österreich-ungarischen Eisenbahnen, durch die galizischen Producte veranlaßt. In Deutschland kamen die Mineralöle erst in den 70er Jahren in Anwendung, in allen anderen Ländern noch viel später.

Bei denjenigen Bahnen, die schon ursprünglich Oellager verwendeten, war der Uebergang zu der Mineralschmierung kein allzu schwieriger. Bei jenen Bahnen hingegen, die die Starrschmierung eingeführt hatten und bei denen das Wesentliche einer richtigen Schmierung im „Schmiermittelverbrauch" bestand, waren die Schwierigkeiten ungleich größere, wozu sich noch der Uebelstand der Umänderung der Schmier- in Oellager gesellte, sowie die Unerfahrenheit im Nachschmieren. Erst mit der Einführung der periodischen Schmierung war die Umwälzung eine vollständige. Man einigte sich, neben der Hauptschmierung, die bei neuen oder reparirten Waggons erfolgte, die Nachfüllung mit frischem Oel während der Zeit von einer Revision zur anderen, z. B. also in gemessenen Zeitabschnitten, durchzu-

[1]) Großmann: „Die Schmiermittel."

führen. Mit dieser „periodischen Schmierung" verfolgte man den Zweck, die unnöthigen Verluste an Schmiermaterial auf ein Minimum herabzusetzen. Wie sehr die Schmierkosten hierdurch herabgesetzt werden, zeigt die „Mittheilung über das periodische Schmieren der Eisenbahnwagen", Wien 1880 [1]), wo die Schmierkosten bei der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn im Jahre 1865 mit 4 890 981 Gulden österr. Währung, bei einer Leistung von rund 849 Millionen Tonnenkilometer waren, während sie im Jahre 1880 nach vollständiger Einführung der periodischen Schmierung bei einer Leistung von 2022 Millionen Tonnenkilometer, also der zweieinhalbfachen Leistung, nur 4 659 650 Gulden österr. Währung betrugen. Der Consum an Schmieröl hatte sich hierbei von 0,00758 kg per 100 Tonnenkilometer im Jahre 1865, auf 0,00421 kg im Jahre 1879 reducirt, wobei zu bemerken ist, daß im Jahre 1865 noch theilweise, im Jahre 1879 aber ausschließlich Mineralöl zur Verwendung kam. Das periodische Nachschmieren ist bei den österreich-ungarischen Bahnen durchgehend, bei allen anderen Bahnen zum Theil durchgeführt.

Für die Wahl eines richtigen Schmieröles lassen sich keine allgemeinen Grundsätze feststellen. Im Laufe der Zeit, durch die steigende Concurrenz haben wohl Mineralöle tadellosester Qualität neben minderwerthigen, für alle möglichen Specialzwecke dienend, Eingang gefunden. Nichtsdestoweniger sind die Ansichten in Technikerkreisen über die Werthbemessung der einzelnen Oele mit Bezug auf ihre Bestimmung noch ganz getheilt. Es existiren noch nicht, wie schon im Capitel „der Untersuchungen" gesagt wurde, Vorrichtungen, den jeweiligen praktischen Verhältnissen angepaßt, um das absolut richtige, dem Bedürfniß entsprechende Oel zu finden; die Erfahrung und die Praxis sind heute einzig und allein noch ausschlaggebend, wobei durch sie die Qualität der Oele in einer Weise ausgebildet wurde, daß die Mineralölschmierung als eine allgemeine, anerkannte bezeichnet werden muß.

Während im Anfangsstadium der Schmierölfabrikation minderwerthige inländische Rohproducte zur Verarbeitung gelangten, denen später die amerikanischen Oele folgten, welch letztere sich für die Schmierung besser eigneten, aber noch immer nicht den gesteigerten Anforderungen entsprachen, sind mit Einführung der russischen Oele Producte auf den Markt gebracht worden, die durch ihre hervorragenden Eigenschaften, Schlüpfrigkeit und Kältebeständigkeit, für alle Zweige der Industrie mit Vortheil verwendet werden.

Die Eisenbahnverwaltungen, die die Hauptconsumenten von Schmiermaterialien sind, haben sich gleich wie viele andere Industrien bei der Wahl der Schmiermaterialien von ganz verschiedenen Gesichtspunkten leiten lassen. Während man einerseits lediglich auf den Preis sah und darin den Hauptvortheil für die richtige Schmierung fand und den eigentlichen Schmierwerth als nebensächlich betrachtete, glaubte man andererseits bei der Wahl der Oele in erster Linie auf deren Schmierwerth Rücksicht nehmen zu müssen.

Die unmittelbaren Folgen waren, daß die einzelnen Eisenbahnverwaltungen bei der Anschaffung ihrer Schmieröle die verschiedenartigsten Bedingungen stellten

[1]) Groẞmann: „Die Schmiermittel."

und die Oele auch verschiedenartig verwendeten. Zahlreiche Bahnen gehen noch heute von dem Grundsatze aus, der praktisch noch nicht erwiesen ist, daß für die Personen-, Post- und Gepäckwaggons vegetabilisches oder ein Gemenge von vegetabilischen und mineralischen Oelen verwendet werden muß. Vielfach ist auch die Ansicht verbreitet, daß zur Schmierung von Waggons, die mit größerer Geschwindigkeit gehen, auch bessere Oele genommen werden müssen, indem man annahm, daß mit der gesteigerten Geschwindigkeit auch die Gefahr des Warmlaufens eine größere ist. Ganz verschiedene Standpunkte nahm man auch bei der Wahl der Schmieröle für die Locomotiven ein. Es sind eben heute die Verhältnisse bei vielen Eisenbahnverwaltungen derartig gestaltet, daß man aus dem Experimentiren nicht herauskommt. Exacte Versuche im Großen mit ganzen Zügen sind noch nicht gemacht worden, so daß man sich oft nur von theoretischen Betrachtungen leiten läßt. Josef Großmann, in seinem Werke „Die Schmiermittel“ gelangt zu ganz neuartigen Ansichten. Aus seinen Folgerungen, denen er die Coulomb'schen Versuche und die in jüngster Zeit gemachten Untersuchungen von R. H. Thurston zu Grunde legt, ergiebt sich, daß es vom theoretischen Standpunkte aus rationell erscheint, Güterwaggons mit einem besseren, wenn auch kostspieligeren, die Personen- und Schnellzugswaggons dagegen mit einem gewöhnlichen billigen Oele zu schmieren. Dies läßt sich jedoch nicht in allen Fällen durchführen, indem es schwer möglich ist, bei der größeren Zahl der Güterwaggons und der geringeren, anderer Waggons diesen großen Theil mit theurem und einen geringen Bruchtheil mit billigem Oel zu schmieren. Es empfiehlt sich daher für Flachlandbahnen und Bahnen mit geringer Steigung ein höherwerthiges, für Bahnen mit ungünstigen Niveauverhältnissen, die vom Gebrauch von theuren Oelen keinen Vortheil erzielen können, den ökonomischen Vortheil durch die Wahl eines möglichst billigen Oeles zu sichern, wobei für Flachlandbahnen ein sehr dünnflüssiges, aber möglichst viscoses Oel gewählt werden soll, dagegen für Bahnen mit Steigungen dickflüssige Oele.

Bei Locomotiven empfiehlt es sich aus ökonomischen Gründen, zweierlei Oele zu wählen, und zwar für Cylinder und Schieber nur Oele, die durch einen hohen Flammpunkt ausgezeichnet sind; hierzu empfehlen sich in erster Linie die vegetabilischen und animalischen Oele, nachdem diese bei der Temperatur, die im Cylinder herrscht (180° C.), noch keine entzündbaren Dämpfe entwickeln; Mineralöldestillate dagegen haben sich erfahrungsgemäß in den seltensten Fällen bewährt und nur ganz specielle Fractionen, besser noch gut raffinirte Rückstände, haben halbwegs günstige Resultate erzielt. Es zeigt sich der principielle Unterschied der Mineralöle und vegetabilischen Oele gerade hier am besten. Bei gleicher Betriebsdauer sind die Schieber und Locomotiven nach dem Gebrauche von vegetabilischen Oelen stets fettig anzufühlen, während nach dem Mineralöl die Cylinderwände trocken sind, oft gerifft erscheinen, und an den Schiebern und Kolben coaksige Ausscheidungen wahrnehmbar sind. Dies ist größtentheils in dem Umstande zu suchen, daß die mineralischen Oele im Gegensatze zu den vegetabilischen bei diesen hohen Temperaturen so bedeutend an Viscosität verlieren, daß sie in gar nicht wahrnehmbarer Weise an den Wänden adhäriren, bei den hohen Temperaturen, die darin herrschen, und unter dem Drucke, dem sie ausgesetzt sind, eine

theilweise Zersetzung erleiden, diese Erscheinung ist wiederholt wahrnehmbar und zeigt sich auch bei den Cylindern größerer Stabilmaschinen. Das lästige Brummen des Cylinders kann daher entweder auf einen ungenügenden Schmierölverbrauch oder auf leicht zersetzbare Oele zurückgeführt werden, ein wesentlicher Mehrverbrauch bei den Mineralölen ist eine weitere natürliche Folge. Für die kalten Bestandtheile der Locomotiven eignen sich lichte Mineralöle und gut raffinirte Rückstände. Erfahrungsgemäß eignen sich solche Mineralöle für die Locomotiven, die bei 50° C. eine dem Rüböl bei gewöhnlicher Temperatur gleiche Viscosität haben.

Bezüglich der anderweitig zu verwendenden Oele lassen sich nur wenig allgemein gültige Grundsätze aufstellen. Hier entscheidet thatsächlich nur die Erfahrung, die man mit dem einen oder dem anderen Oele macht, oder die mehr oder minder herrschende Voreingenommenheit gegen das Mineralöl selbst.

Zur Schmierung von Schiffsmaschinen bewähren sich Mineralöle nur in den allerseltensten Fällen. Die hohen Temperaturen, die in den Maschinenräumen herrschen, machen es erforderlich, daß man die Schmierung besonders der Hochdruckcylinder mit besonders guten, hochzündlichen und sehr viscosen Mineralölen, besser noch mit animalischen oder einem Gemenge beider durchführt. Zur Schmierung von stabilen Dampfmaschinen oder Locomobilen endlich eignen sich für die kalten Bestandtheile die bekannten Mineralmaschinenöle, die überall an der Maschine mit Ausnahme des Schiebers und Cylinders, dann an allen Haupttransmissionen, Wellen, großen Werkzeugmaschinen verwendet werden können, während die Cylinder und Kolben mit vegetabilischen Oelen, besser noch mit den reinen säurefreien Mineralfetten, sogenannten Rohvaselinen, geschmiert werden sollen. Lichte Oele sind, wie schon früher erwähnt, in speciellen Fällen der Maschinenschmierung, dunklen Oelen schon aus dem Grunde vorzuziehen, weil eine Aenderung der Farbe des abfließenden Oeles — besonders ins Schmutziggraue spielend, mit metallischem Stich —, verursacht durch feine Metallsplitterchen, auf gefährliche Reibungen der Maschinentheile hinweist.

Für leichtere Transmissionen, schnell laufende Turbinen eignen sich ganz gut die minderwerthigen Mineralöle.

Für die arbeitenden Bestandtheile feiner Maschinen, die Spindeln der Spinnmaschinen, die 8000 bis 10 000 Umdrehungen in einer Minute machen, dann für Webstühle ist die Wahl eines guten Mineralöles von der allergrößten Wichtigkeit. Speciell zur Schmierung der Spindel sind alle dickflüssigen und hochviscosen Oele ausgeschlossen; hierzu eignen sich nur dünnflüssige und dabei doch noch genügend viscose Oele mit möglichst hohem Flammpunkt, um die Gefahr der raschen Verdampfbarkeit und daher Entzündlichkeit möglichst auszuschließen.

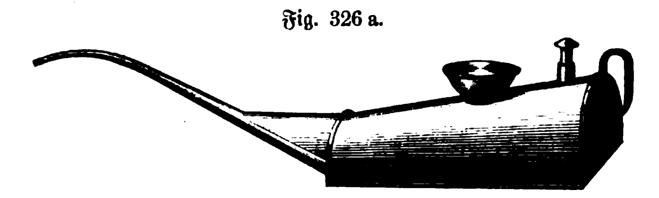
Schmierung und Schmiervorrichtungen.

In der Praxis spielen die Einrichtungen, die das Schmiermaterial den einzelnen Maschinentheilen zuführen sollen, keine unwesentliche Rolle. Selbst bei Verwendung des besten Schmiermittels ist das Arbeiten unter Umständen

höchst unökonomisch, wenn der Lubricator seinen Zwecken nicht entspricht. Die Apparate theilen sich in zwei große Gruppen: 1. in die mit periodischer und 2. in solche mit constanter Schmierung.

Zur ersten Gruppe, mit periodischer Schmierung, gehören Schmierkannen ꝛc., die mit der Hand bedient werden, und über welche nichts Weiteres gesagt werden

Fig. 326 a.



kann. Weiter gehören hierher die Schmiergefäße, deren Thätigkeit auf der oscillirenden Bewegung der Maschinentheile selbst beruht.

Zur zweiten Gruppe, der continuirlichen Schmierung, gehören: 1. diejenigen Apparate, die die Bestandtheile continuirlich und mit mehr Oel versorgen, als thatsächlich benutzt wird; hierher gehören die Pumpen ꝛc.; 2. diejenigen, bei denen die constante Schmierung automatisch und entsprechend dem Gange der Maschine regulirbar ist.

Fig. 326 b.

Fig. 326 c.



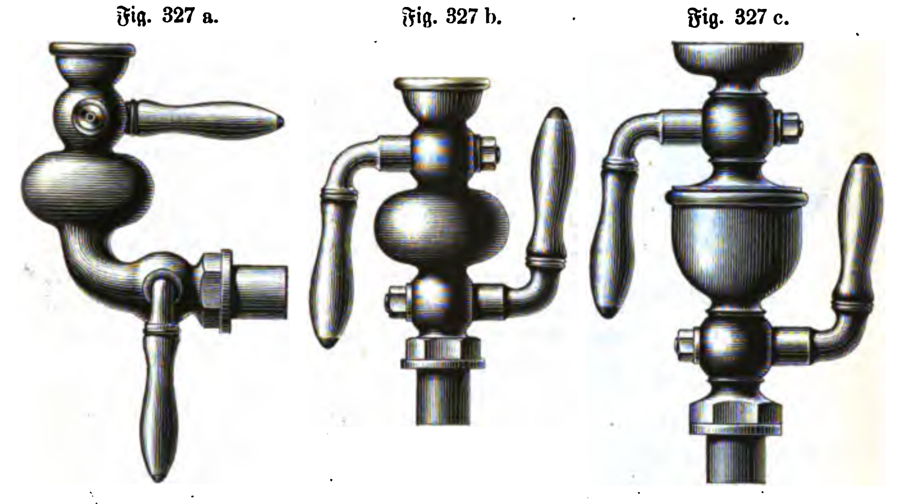
Bei jeder gut functionirenden Schmierölvorrichtung ist es unerläßlich, daß sie gleichmäßig und möglichst sparsam und rein arbeite; daß sie genügenden Raum für größere Füllung besitze, und daß sie sich durch einfache Construction und billigen Preis auszeichne. Im Nachfolgenden sollen einige der mehr oder minder wichtigen Apparate beschrieben werden:

Zur ersten Abtheilung der periodischen Schmierung gehören Schmiervorrichtungen, wie die primitiven Schmierkannen (Fig. 326 a, 326 b, 326 c), Schmierhähne oder Schmiervasen (Fig. 327 a, 327 b, 327 c), die mit doppelten Kücken versehen sind, um während des Betriebes füllen und schmieren zu können.

Zur zweiten Abtheilung der periodischen Schmierung gehören zunächst die Selbstöler mit verschiedenen Vorrichtungen (Fig 328 a bis 328 e). Das Princip dieser Construction liegt darin, daß die Selbstöler nur dann functioniren, also Oel abgeben, wenn der zu schmierende Gegenstand vibrirt, somit in Bewegung ist, indem hierdurch die Nadel, die als Verschluß für den Apparat dient, gehoben

und gesenkt wird. Als eine Verbesserung ist Fig. 329, a. f. S., anzusehen; der Selbstöler *a* enthält den verzinnten Metallfilter *c*, der das Durchfließen von Fremdkörperchen verhindert. *D* ist der Verschluß an das Lager, *E* der beweg-

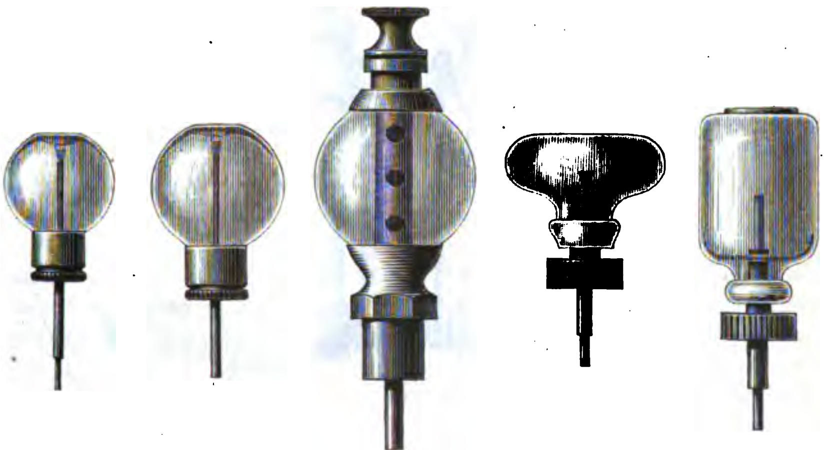
Fig. 327 a. Fig. 327 b. Fig. 327 c.



liche Verschlußstift. Zu diesen Apparaten gehört noch der sogenannte „automatische Pendelschmierapparat", System Parisch (Fig. 330 a und 330 b, a. f. S.). Derselbe schmiert während des Betriebes aus einem Glascylinder *c*, in welchem



Fig. 328 a. Fig. 328 b. Fig. 328 c. Fig. 328 d. Fig. 328 e.

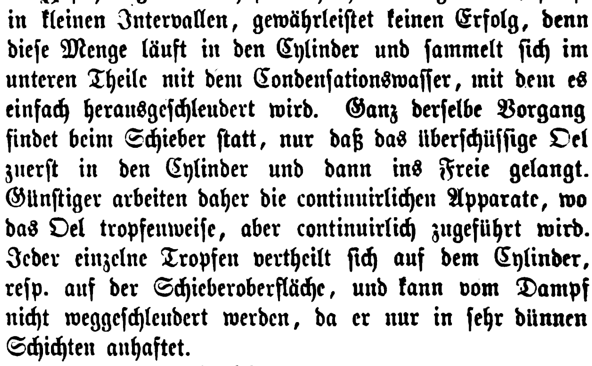


der Ledermanschettenkolben *b* durch die Bewegung des Pendels *l*, welche durch die rotirende Bewegung der Kurbelstange ꝛc. verursacht wird, mittelst des Räderwerkes im Verschlußkasten *x* nach abwärts gedrückt und so das Schmiermaterial an die zu schmierende Stelle gefördert wird. Der Apparat zeichnet sich durch

gute Leistung und ökonomischen Betrieb aus. Das Anfüllen des Apparates geschieht alle vier bis sechs Tage.

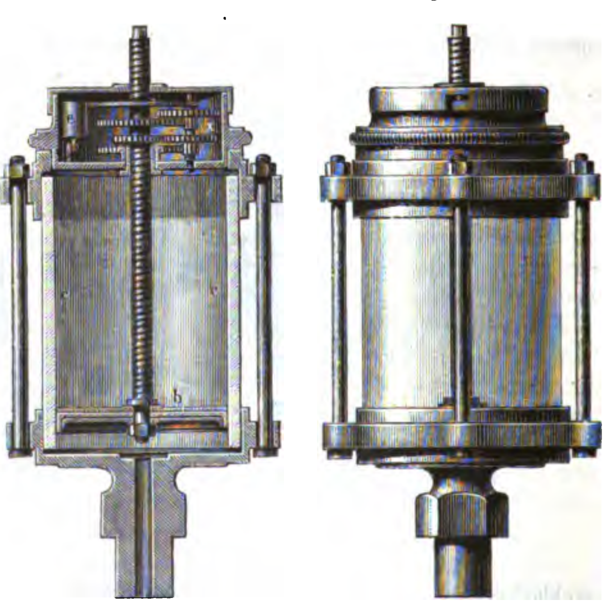
Zur Schmierung der Cylinder und Schieber eignen sich nur continuirlich wirkende Apparate. Die Zuführung von noch so reichlichen Mengen Oel, selbst in kleinen Intervallen, gewährleistet keinen Erfolg, denn diese Menge läuft in den Cylinder und sammelt sich im unteren Theile mit dem Condensationswasser, mit dem es einfach herausgeschleudert wird. Ganz derselbe Vorgang findet beim Schieber statt, nur daß das überschüssige Oel zuerst in den Cylinder und dann ins Freie gelangt. Günstiger arbeiten daher die continuirlichen Apparate, wo das Oel tropfenweise, aber continuirlich zugeführt wird. Jeder einzelne Tropfen vertheilt sich auf dem Cylinder, resp. auf der Schieberoberfläche, und kann vom Dampf nicht weggeschleudert werden, da er nur in sehr dünnen Schichten anhaftet.

Fig. 329.



Unter den zahlreichen Apparaten unterscheidet man solche für Cylinder und Schieber wirkende. Das Princip in beiden Fällen beruht wohl auf der Wirkung der Druckdifferenzen während eines Kolbenhubes. Zunächst tritt in den dampfdicht geschlossenen Oelbehälter

Fig. 330 a. Fig. 330 b.



Dampf, condensirt sich hier und bildet mit dem Oele eine Art Emulsion. Bei jedem Kolbenhube wird ein Tropfen Emulsion durch eine regulirbare Capillaröffnung in den Cylinder oder Schieber gedrückt. Beim Cylinder muß die

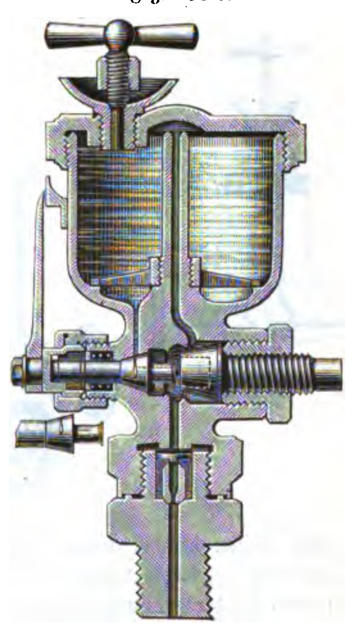
Capillaröffnung, da die Druckdifferenz eine bedeutende ist, sehr eng gehalten sein, damit während eines Kolbenhubes nicht zu große Mengen durchgepreßt werden. Beim Schieber, wo wegen der ununterbrochenen Verbindung desselben mit dem Kessel eine ganz unwesentliche Druckdifferenz herrscht, kann die Capillaröffnung genügend groß gehalten sein, und die Erfahrung zeigt auch, daß die continuirlichen Schmierapparate beim Schieber günstiger als beim Kolben arbeiten.

Versuchsresultate [1]), die die österreichische Nordwestbahn mit periodischen (Schmiervasen) und continuirlichen Schmiervorrichtungen machte, zeigen die Vortheile der letzteren. Zwei Locomotiven mit beiden Einrichtungen liefen 45 000 km. Es ergaben die Maschinen ohne continuirlich wirkende Schmier-



Fig. 331 a. Fig. 331 b.





apparate einen Oelverbrauch per 100 km von 253 g Oel; die Dampfschieber mußten ausgewechselt resp. regulirt werden und stellt sich die Erhaltung per 100 km auf 13,9 Pfg. Dazu kam noch eine Materialabnutzung per 100 km von 100 g Bronze und 30 g Gußeisen. Bei den Maschinen mit continuirlich wirkenden Schmierapparaten war der Oelverbrauch per 100 Fahrkilometer 338 g, daher um 85 g mehr, dagegen war keine wahrnehmbare Abnutzung ersichtlich.

Bezüglich der Lage der continuirlichen Apparate selbst, die im Nachfolgenden besprochen werden sollen, ist es zweckmäßig, sie für den Schieber so einzurichten, daß der Tropfen nicht auf den Rücken des Schiebers, sondern auf den Schieber-

---

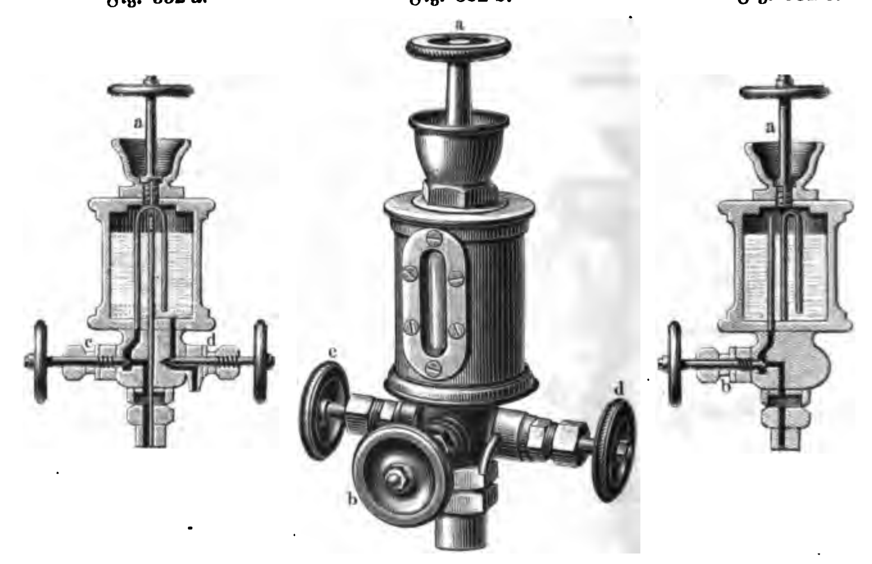
[1]) J. Großmann: „Die Schmiermittel."

spiegel fällt, damit er sich nicht auf dem ersteren ohne zu schmieren ansammelt. Beim Cylinder soll das zuströmende Oel möglichst in der Mitte einfließen, um nach beiden Seiten vertheilt zu werden.

Fig. 331 a und 331 b, a. v. S., ist ein für die Locomotive gebräuchlicher, selbstthätig wirkender Schmierapparat von W. Michalk. Der Apparat functionirt ganz gleichmäßig und kann das Oelquantum durch Einstellung des Zeigers regulirt werden. Er läßt sich während des Ganges füllen.

In Fig. 332 a, 332 b und 332 c ist der „automatische Compoundschmierapparat“ für stabile Dampfmaschinencylinder ersichtlich. Er besteht aus einem

Fig. 332 a. Fig. 332 b. Fig. 332 c.



auf zwei Seiten durchbrochenen und mit Glas abgedichteten Oelbehälter, mit dem Füllventil *a*, durch welches der Apparat mit Oel versehen wird, dem Dampfeinlaßventil *b*, dem Schmierregulirventil *c* und dem Condensationswasserablaßventil *d*. Der Dampf tritt durch das Ventil *b* ein, drückt das Oel durch das gebogene Rohr und das Ventil *c* in den Cylinder und Schieber. Durch Regulirung von *c* und *b* hat man es in der Gewalt, möglichst sparsam zu schmieren.

Die automatischen Apparate von Jacobi, Dreyer-Bürkener und Patrik beruhen auf dem Principe, daß der Dampf bei Eintritt in den Schmierapparat sich dort condensirt, als Wasser zu Boden sinkt und für das condensirte Wasser Oel aus dem Schmierapparate tropft.

Dem über die continuirlichen Apparate Gesagten entspricht der „Mollerup'sche Dampfcylinderapparat“ am besten. Derselbe fettet den Dampf automatisch, sehr ökonomisch, Cylinder und Schieberkasten wird nur mit einer dünnen Oelschicht überzogen und ist der Abdampf fast frei von Fett. Der Apparat (Fig. 333) functionirt in folgender Weise: Der Hebel *D* wird von der Dampfmaschine direct oder indirect in Bewegung gesetzt. Je nach Einstellung der

Angriffsöse N auf den Hebel D kann man das Sperrrad E bei jeder Schwenkung um einen oder mehrere Zähne drehen und hat es so in der Hand, die Maschine mit mehr oder weniger Oel zu schmieren. Die Bewegung von D überträgt sich durch Sperrrad E auf die Schnecke f, auf das Schneckenrad g durch die Kurbel L und Schraube J auf den Plungerkolben a, der allmälig niedergedrückt wird, und das im Cylinder B befindliche Oel durch den Hahn H und das Röhrchen c in den Dampfcylinder und Schieber drängt. K ist ein Trichter zum Füllen des Cylinders B.

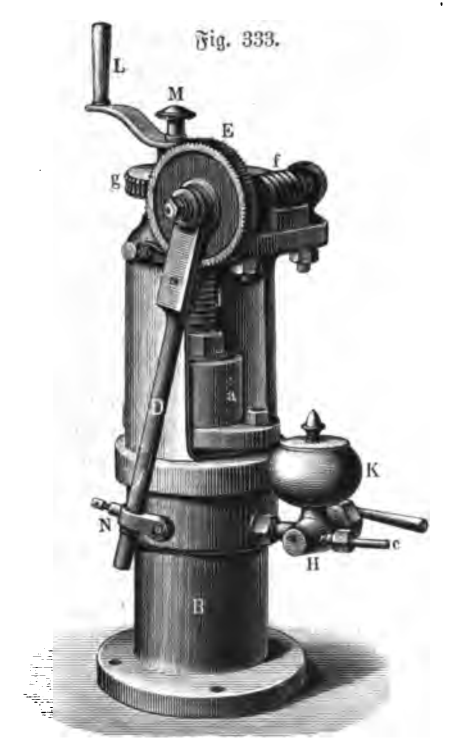


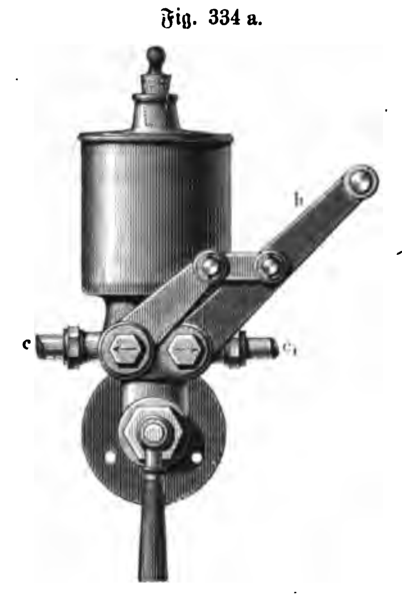
Fig. 333.

Die Centralschmierapparate für Kolben und Schieber bei Locomotiven zeichnen sich in erster Linie dadurch aus, daß ein sparsames und übersichtliches Schmieren von einer Centralstelle bezweckt wird. Die Vortheile dieser neuen Apparate, speciell bei der Locomotivschmierung, sind folgende: Es kann der Heizer von seinem Standplatze aus jederzeit Kolben und Schieber je nach Bedarf bei geringstem Oelverbrauch schmieren; da das Oel in der Vase vollkommen intact und mäßig erwärmt bleibt, ist ein Verharzen desselben oder Zersetzen ausgeschlossen, weil der Dampf erst im Momente des Schmierens mit dem zur Injection eingelassenen Oele in Berührung kommt, endlich kann der Heizer auch bei Gefälle der Fahrt ohne Dampf nach Belieben schmieren.

In Fig. 334 a und 334 b, a. f. S., ist ein solcher Centralschmierapparat in Vorder- und Längenschnitt dargestellt. Wie ersichtlich, besteht der Apparat aus einem Oelbehälter d, der mit einer durchbohrten Füllschraube e versehen ist, wodurch der Oelbehälter mit der äußeren Luft communicirt. Der Dampf tritt durch das Röhrchen f ein und kann durch den Handgriff a genau eingestellt werden. In die Cylinder und zu den Schiebern tritt das Oel durch die beiden Röhrchen c und c_1. Ein jedes dieser beiden trägt unmittelbar von den beiden Dampfcylindern der Locomotive eine Abzweigsgabel, von der endlich je ein Röhrchen zum Cylinder und Schieberkasten geführt wird. Am Ende der Röhrchen findet sich ein Rückhaltsventil (Fig. 334 c, a. f. S.). Durch Handhabung der Kurbel kann der Zufluß für Schieber und Cylinder beliebig regulirt werden. In Fig. 335 a und 335 b, a. S. 489, ist eine Disposition dieses Apparates direct an der Kesselwand montirt und zwar sowohl in der Vorder- als auch in der Seiten-

ansicht. *a* ist der Füllhahn, *b* der Oelbehälter, *c* das Dampfrohr, in welches vor seiner Einmündung in den Kessel der Dampfhahn *g* eingeschaltet ist, *e* und *f* sind die beiden Röhrchen zum Cylinder und Schieberkasten, *d* ist die Kurbel, mit welcher die zwei combinirten Hähne je nach Bedarf geschlossen oder geöffnet werden können. Die Wirkungsart und Handhabung des Apparates kann auf dreierlei Art geschehen: 1. das Oel kann durch directen Dampf vom Kessel in die Cylinder- und Schieberkästen gedrückt werden; 2. kann ohne Dampf mit Oel geschmiert werden, durch directen Ablauf; 3. kann nur mit Dampf allein geschmiert werden, hauptsächlich bei Thalfahrten.

Fig. 334 a.



Die Destillationsproducte aus den Rückständen gruppiren sich, wie schon an anderer Stelle angegeben wurde, ihren specifischen Gewichten und ihrer Viscosität nach, indem als leichteste Producte die sogenannten Solar- resp. Mischöle gewonnen werden. Die specifischen Gewichte dieser Oele schwanken zwischen 0,860 und 0,890 je nach der Provenienz. Durch ihre minimale Viscosität und ihren niederen Flammpunkt sind sie zu Schmierzwecken vollkommen ungeeignet und nur für ganz kleine maschinelle Vorrichtungen, wie Uhren, Nähmaschinen 2c., finden sie Verwendung. Da diese Fractionen nahezu den quantitativ größten Theil der gewonnenen

Fig. 334 b.

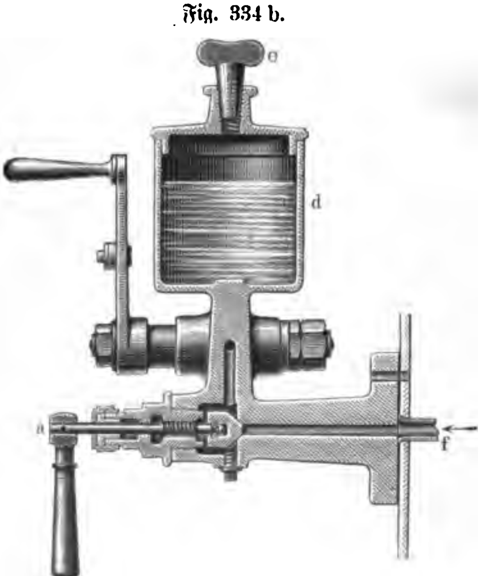
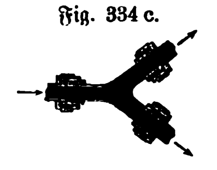


Fig. 334 c.



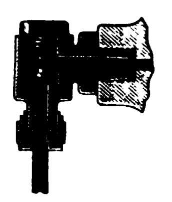


Fig. 335 a.

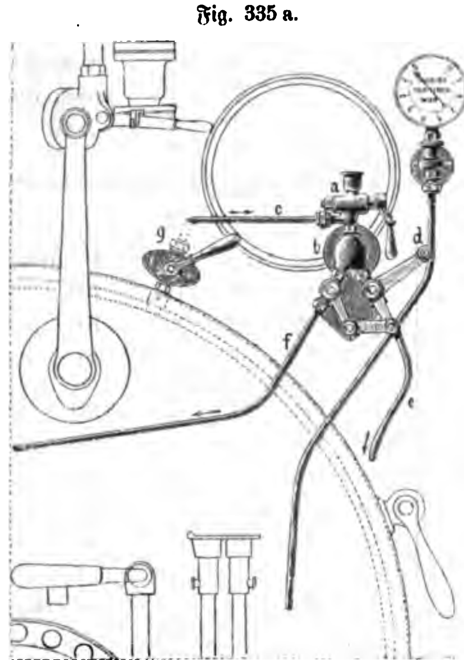
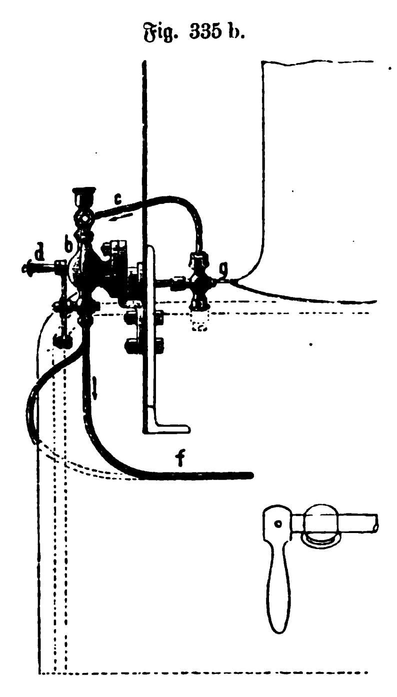


Fig. 335 b.



Producte bilden, muß an eine vielseitige, oft unlucrative Verwerthung gedacht werden. So dienen sie in einzelnen Fällen, wenn ihr specifisches Gewicht niedrig genug ist, als Zusatz für Beleuchtungsöle, und unter dem Namen Mischöle werden sie, wenn sie licht genug sind und nur schwach oder gar nicht fluoresciren, den vegetabilischen Oelen (Rüb- und Olivenöl) beigemischt, um sie billiger zu machen. Auch werden sie als Wollspicköle, zum Fetten der Wolle, als Saturationsöle in den Zuckerfabriken, zur Erzeugung von Vaselinen und lichten Wagenfetten, endlich unraffinirt zur Oelgaserzeugung verwendet.

Viel werthvoller sind natürlich die oben besprochenen schwereren Destillationsproducte, die zu Schmierzwecken dienen. Neben den allgemeinen Gesichtspunkten, die für die Wahl der Schmieröle ausschlaggebend sind und die oben besprochen wurden, ist es auch von Interesse, die Qualitätsunterschiede der Mineralöle unter sich je nach ihrer Provenienz kennen zu lernen, um daraus den Schluß auf ihre verschiedenartige Verwerthbarkeit zu ziehen.

Es umfassen die Cylinderöle die höchst siedenden Destillate, während die Maschinenöle sämmtliche Destillate, von dem Solaröl resp. Mischöl bis zu dem des Cylinderöles steigend, einschließen. Die Cylinderöle [1]) bilden nur eine abgegrenzte Gruppe für ein und denselben

[1]) Aug. Künkler: „Zur Kenntniß der Mineralmaschinenöle.“ Dingl. polyt. Journ. 274, 278 bis 284.

Herkunft	Specifisches Gewicht bei $17^{1}/_{2}$° C.	Beginn der Dampfentwickelung	Flammpunkt	Brennpunkt	Erstarrt schmalzartig bei	Bis 310° übergehende Antheile in Volumprocent
						R u ſ
Für Spindeln und ähnliche Maschinen .	0,895	105	163	190	—10° flüssig	1
„ „ „ „ „ .	0,895	110	165	194	—10° „	1,5
„ „ „ „ „ .	0,893	105	167	193	—10° „	10,0
„ „ „ „ „ .	0,895	110	164	193	—10° „	8,0
Für Dampfmaschinen als Ersatz für Rüböl, Olivenöl u. s. w.	0,909	128	197	234	—10° „	5,0
Dasselbe	0,905	120	195	234	—10° „	5,5
Dasselbe	0,906	120	180	220	—10° „	4,0
Dasselbe	0,903	125	195	235	—10° „	6,0
Dasselbe	0,905	123	185	230	—10° „	5,0
Für Dampfcylinder	0,916	130	215	265	—10° „	36,0
„ „	0,923	118	208	235	— 8° erstarrt	16,0
„ „	0,916	130	227	283	— 7° „	38,0
„ „	0,911	110	218	267	—10° „	27,0
„ „	0,916	130	238	280	— 7° „	27,5
„ „	0,912	110	188	225	—10° „	4,0
„ „	0,916	142	218	264	—10° flüssig	10,5
Für Achsen, Transmissionen, gewöhnliche Zwecke	0,916	100	170	200	—10° „	5,0
Für Maschinen, Locomotiven u. s. w. .	0,920	120	185	212	— 8° erstarrt	2,0
„ schwerste Belastung	0,909	127	187	233	—10° flüssig	14,0
„ Achsen, Transmissionen	0,913	97	170	196	—10° „	5,0
„ gewöhnlichere Schmierzwecke . . .	0,908	80	138	170	—10° „	21,0
„ Maschinen, Transmissionen . . .	0,906	120	191	231	—10° „	4,5
„ Achsen	0,909	82	142	180	—10° „	13,0
„ Gasmotoren und leichteren Betrieb	0,900	115	175	207	—10° „	5,0
						A m e
Für Spindeln u. s. w. und zum Mischen mit fetten Oelen	0,911	110	187	234	— 2° flüssig	0,0
Für Spindeln	0,908	120	200	240	— 2° „	0,5
„ Maschinen	0,920	125	206	245	± 0° „	3,0
„ Dampfcylinder	0,886	185	283	330	+ 5° „	35,0
„ „	0,899	185	280	344	+ 4° „	30,0
„ Achsen, Transmissionen	0,884	80	190	222	— 3° „	1,0

Farbe bei durchfallendem und auffallendem Lichte		Viscositätsgrad Wasser = 1						
		20°	30°	50°	60°	70°	100°	150°
land.								
hellgelb	grünlich und blau	11,82	—	3,40	—	—	1,53	—
"	" " "	10,96	—	3,15	—	—	1,40	—
"	" " "	11,82	—	3,44	—	—	1,55	—
"	" " "	11,03	—	3,36	—	—	1,53	—
gelb	" " "	—	—	6,28	—	—	1,76	—
"	" " "	—	—	6,05	—	—	1,77	—
"	" " "	—	—	5,86	—	—	1,71	—
"	" " "	—	—	6,34	—	—	1,86	—
"	" " "	—	—	6,05	—	—	1,80	—
rothgelb, transparent	" " "	—	—	11,65	8,55	5,09	2,21	1,42
schwarzbraun	grünlich ohne blau	—	—	—	12,01	8,26	2,88	1,53
dunkelroth	grünlich wenig blau	—	—	16,19	9,34	6,73	2,50	1,48
rothgelb	" " "	—	—	10,44	7,13	5,67	2,15	1,38
dunkelroth, transparent	" " "	—	—	—	10,92	6,76	2,65	1,48
schwarzbraun	grünlich	—	—	12,40	8,51	5,78	2,30	1,44
röthlich	grünlich wenig blau	—	—	10,23	7,00	4,44	2,07	1,36
schwarzbraun	grünlich	—	—	8,73	—	—	2,03	—
"	"	—	—	13,84	—	—	2,42	—
hellroth	grünlich und blau	—	—	7,94	—	—	1,88	—
schwarzbraun	grünlich	—	—	10,38	—	—	2,21	—
"	"	—	—	8,84	—	—	2,05	—
"	grünlich und blau	—	—	6,40	—	—	1,78	—
"	grünlich	—	—	7,30	—	—	2,09	—
gelb	grünlich und blau	—	—	4,50	—	—	1,63	—
ika.								
hellgelb	grünlich und blau	9,23	4,80	3,13	—	—	1,46	—
"	" " "	10,96	6,46	3,32	—	—	1,61	—
röthlichgelb	" " "	—	8,90	4,23	—	—	1,65	—
ransparent, röthlichgelb	grünlich	—	—	—	—	11,73	4,17	1,78
schwarzbraun	"	—	—	—	—	12,61	4,82	1,92
"	"	—	14,73	—	—	6,09	—	2,00

Herkunft	Specifisches Gewicht bei 17½° C.	Beginn der Dampfentwickelung	Flammpunkt	Brennpunkt	Erstarrt schmalzartig bei	Bis 310° übergehende Antheile in Volumprocent
					Deutsch	
					a) Han	
Für Maschinen, Transmissionen u. s. w.	0,928	95	155	193	— 9° flüssig	5,0
„ Transmissionen, Achsen	0,916	100	164	193	—10° „	3,0
„ gewöhnliche Schmierzwecke	0,910	95	162	193	—10° „	3,0
					b) El	
Für gewöhnliche Schmierzwecke	0,921	105	152	195	— 2° flüssig	9,0
„ Mischzwecke	0,885	80	115	142	—10° „	60,0
					c) Sach	
Für gewöhnlichere Schmierzwecke	0,994	80	135	168	— 6° flüssig	20,0
„ Mischzwecke	0,897	80	126	150	— 0° „	50,0
„ „	0,904	80	126	150	— 0° „	17,0
			Pflanzen- und			
Rüböl, roh	0,920	170	260	—	—10° flüssig	—
„ raffinirt	0,911	185	305	—	—10° „	—
Erdnußöl	0,917	195	300	—	— 6° erstarrt	—
Sesamöl	0,920	180	280	—	—10° flüssig	—
Olivenöl	0,914	145	205	—	—10° „	—
Ricinusöl	0,963	195	275	—	—10° „	—
Leinöl	0,930	185	285	—	—10° „	—
Kolbenthran	0,922	162	240	—	—10° „	—
Klauenöl	0,916	215	305	—	—10° „	—
Talg	0,951	180	265	—	+42° erstarrt	—

Farbe bei durchfallendem und	auffallendem Lichte	Viscositätsgrad Wasser = 1						
		20°	30°	50°	60°	70°	100°	150°
and.								
nover.								
schwarzbraun	grünlich	—	—	15,48	—	—	2,69	—
"	"	—	—	8,65	—	—	1,73	—
"	"	—	—	3,84	—	—	1,63	—
aß.								
bräunlichgrün	grünlich	—	—	4,55	—	—	1,60	—
hellgelb	grünlich und blau	—	—	1,92	—	—	1,25	—
sen.								
schwarzbraun	fast ohne grün	—	—	3,17	—	—	1,40	—
hellgelb	stark grünlich	—	—	1,86	—	—	1,25	—
schwarzbraun	" "	—	—	2,36	—	—	1,28	—
Thieröle.								
—	—	9,03	—	4,0	—	—	1,78	1,34
—	—	11,88	—	4,96	—	—	2,05	1,40
—	—	10,17	—	4,03	—	—	1,82	—
—	—	9,80	—	4,03	—	—	1,82	—
—	—	10,30	—	3,78	—	—	1,80	—
—	—	—	—	16,46	—	—	3,01	—
—	—	6,30	—	3,21	—	—	1,76	—
—	—	8,07	—	3,50	—	—	1,76	—
—	—	11,63	—	4,44	—	—	1,92	—
—	—	—	—	5,19	—	—	2,50	1,73

Gebrauchszweck, die Maschinenöle dagegen, da sie vielfache Verwendung finden, lassen sich dem entsprechend auch in verschiedene Gruppen eintheilen.

Wie aus den Tabellen, a. S. 490 bis 493, ersichtlich, steigen die specifischen Gewichte der von Künkler untersuchten Cylinderöle russischer Herkunft von 0,911 bis 0,923, deren Flammpunkte von 188 bis 238° C.; die specifischen Gewichte der Maschinenöle eben solcher Herkunft von 0,893 bis 0,920, deren Flammpunkte von 138 bis 197° C.; für die untersuchten Maschinenöle amerikanischer Provenienz schwankt das specifische Gewicht von 0,884 bis 0,920, deren Flammpunkte von 187 bis 206° C.; für Cylinderöle das specifische Gewicht von 0,886 bis 0,899, deren Flammpunkte von 280 bis 283° C.

Betrachten wir die Cohärenz der Oele mit Rücksicht auf ihren Verwendungszweck, so zeigt es sich, daß alle gleichen Zwecken dienenden Oele auch annähernd gleiche Viscositäten besitzen und somit die Viscosität im engsten Zusammenhange mit der Schmierfähigkeit steht. So haben die russischen Spindelöle von 0,893 bis 0,895 eine Viscosität von 3,15 bis 3,44 bei 50°, die Maschinenöle von 0,903 bis 0,909, Viscositäten von 5,86 bis 6,34; die Cylinderöle von 0,911 bis 0,923 eine Viscosität von 2,07 bis 2,88 bei 100° C. Amerikanische Spindelöle haben bei der Viscosität von 3,15 bis 3,35 das specifische Gewicht von 0,908 bis 0,911, die untersuchten Cylinderöle dagegen von 4,17 bis 4,82 bei 100° und ein specifisches Gewicht von 0,886 bis 0,889.

Diese Betrachtungen ergeben, daß die amerikanischen Cylinderöle, was Flammpunkt und Viscosität anbelangt, den russischen und umgekehrt die russischen Maschinen- und Spindelöle denjenigen amerikanischen Ursprungs weit überlegen sind.

Weiter ist aus diesen Tabellen ersichtlich und mit der Praxis übereinstimmend, daß Flammpunkt und Viscosität von einander unabhängig sind, somit selbst hoch viscose Oele einen niederen Flammpunkt besitzen können; die amerikanischen Oele erstarren nahe dem Nullpunkt unter Paraffinausscheidung, während die russischen bei — 10° salbenartige Consistenz annehmen; bei beiden stocken Cylinderöle vor den Maschinenölen.

Die lichteren russischen Maschinenöle fluoresciren bläulich, während die amerikanischen grünliche Fluorescenz besitzen. Die amerikanischen Oele sind fast ausnahmslos durch besseren Geruch, Geschmack und größere Reinheit der Farbe gegenüber den russischen ausgezeichnet. Die amerikanischen Oele zeigen auch eine geringere Neigung zur Verflüchtigung bezw. eine größere Beständigkeit.

Bezüglich der Eigenschaften der deutschen Oele sei auf die ausführliche Arbeit von C. Engler: „Ueber die deutschen Erdöle“ [1]) hingewiesen. Engler findet, daß sich die Oelheimer und die alten Elsässer Grubenöle insoweit den russischen anschließen, daß steigenden specifischen Gewichten auch steigende Viscosität und Flammpunkt entsprechen. Die neueren Elsässer Oele dagegen unterscheiden sich von den russischen durch geringere Viscosität für denselben Gebrauchszweck und durch früheres Erstarren.

Die Oelheimer hellen Oele stehen in Viscosität unter den russischen und nahe den amerikanischen.

---

[1]) Verhandl. d. Ver. z. Beförder. d. Gewerbefl. 1887, Novemberheft.

Aus allem Gesagten ergiebt sich daher die Nothwendigkeit, bei der Wahl eines Schmieröles in erster Linie auf die Viscosität Rücksicht zu nehmen, sodann ist der Flammpunkt von besonderer Wichtigkeit, und zwar, wo es sich um Schmierung erwärmter Maschinentheile (Cylinder, Schieber ꝛc.) und solcher, die starken Reibungen ausgesetzt sind, handelt. In dritter Linie ist der Erstarrungspunkt dort von Wichtigkeit, wo große Temperaturdifferenzen herrschen. Alle anderen Eigenschaften sind der jeweiligen Anforderung entsprechend von verschiedener Bedeutung.

Die Mineralöle besitzen die schätzenswerthe Eigenschaft, im Gebrauche die Metallbestandtheile am wenigsten anzugreifen. Aus den Arbeiten von Redwood[1]) über den Einfluß von Schmierölen auf Metalle bei gewöhnlicher Temperatur geht hervor, daß Mineralöl auf Zinn und Kupfer gar nicht einwirkt, Messing nur sehr wenig, dagegen am meisten Blei angreift. Rüböl wirkt auf Messing gar nicht, dagegen am stärksten auf das Kupfer, Olivenöl greift am wenigsten Zinn und am meisten Kupfer an.

Aus Redwood's Versuchen ergiebt sich, daß das Mineralöl unter allen Schmierölen die geringste und der Talg die stärkste Einwirkung auf die Metalle ausübt. Aehnliche Versuche nach dem „le monit. des prod. chimiques" ergaben fast gleiche Resultate, und zwar, daß das Eisen am wenigsten vom Ricinusöl, am meisten vom Talgöl angegriffen wird. Bronze wird vom Olivenöl am stärksten angegriffen, dagegen Zinn am wenigsten, ebenso das Blei. Kupfer wird vom Talg am meisten angegriffen, dagegen gar nicht von Mineralölen, die nur von geringem Einflusse auf die Bronze sind. Kupfer wird auch von Olivenöl und Ricinusöl stark angegriffen. Aus den Versuchen ergab sich, daß Unschlitt zum Schmieren von Maschinentheilen, die aus Eisen und Kupfer zusammengesetzt, ungeeignet ist.

Engler und E. Kneiß[2]) führen die Löslichkeit der Metalle in flüssigen Kohlenwasserstoffen darauf zurück, daß die ersteren bei Gegenwart von Luft sich in Metalloxyde umwandeln, welche dann von den, ebenfalls aus den Kohlenwasserstoffen durch Oxydation mit Luft gebildeten Säuren gelöst werden. Bei ihren Versuchen wurden verschiedene Metalle in flachen Schalen unter Schichten von Terpentinöl, Harzöl oder Erdöl der Wirkung der Luft für längere Zeit bei gewisser Temperatur ausgesetzt und die Mengen der gelösten Metalle ermittelt. Amerikanisches Erdöl löst bei Zutritt von Luft von Zinn, Zink, Magnesium, Natrium selbst nach monatelanger Einwirkung nichts, von Blei und Kupfer erst nach langer Zeit Spuren. Bei höheren Temperaturen ergab sich, daß die Löslichkeit nicht fortwährend mit der Temperatur steigt, und daß sich um so mehr Metall in dem Oele auflöst, je mehr von demselben im Verhältniß zum Oele angewendet wurde. Auch zeigte es sich, daß die Sauerstoffübertragung der Oele, ihre oxydirende Wirkung, wächst (mit einer Arseniklösung) mit der Menge des Oeles und abnimmt mit der Dicke der Schicht, in welcher das Oel ausgebreitet ist, aber wieder mit der Concentration der Arseniklösung wächst.

---

[1]) Journ. of the Soc. of Chem. Ind. 1886, p. 362. — [2]) Dingl. polyt. Journ. 263, 193.

Verwendung der Erdölproducte zu medicinischen Zwecken.

Petroleumäther. Das in demselben enthaltene Butan ist, gleich dem Methan, Aethan und Propan, mit genügendem Sauerstoff gemischt und eingeathmet vollständig unschädlich. Ist jedoch demselben kein Sauerstoff beigemengt, so tritt sehr schnell Betäubung ein. Das Pentan ruft übrigens auch dann Betäubung hervor, wenn demselben genügend Sauerstoff beigemengt ist. Auf die Haut applicirt, wirkt es local anästhetisirend, theilweise in Folge der durch die schnelle Verdunstung entstandenen Kälte, theilweise auch dadurch, daß es die Reizbarkeit der sensorischen Nerven abschwächt. Im Petroleumäther können auch Kohlenwasserstoffe mit höherem Siedepunkte enthalten sein (Heptan, Oenanthylwasserstoff, C_7H_{16}, und Octan, Caprylwasserstoff, C_8H_8) und dann ist auch die betäubende Wirkung eine langsamere. Das Octan reizt nämlich anfangs sehr stark und andauernd und erst später betäubt es; die eingetretene Betäubung ist jedoch sehr tief, ebenso wie beim Chloroform.

Verwendet wird derselbe zu Salben oder aufgetropft auf die leidenden Körpertheile oder auch als Spray. Mit ziemlich gutem Erfolg verwendet man ihn gegen rheumatische Schmerzen und als Anästheticum bei kleineren Operationen.

Die Wirkung des Benzins gleicht im wesentlichen derjenigen des Petroleumäthers. Eine direct tödtende Wirkung entfaltet es auf niedere Organismen, z. B. Raupen, Krätzmilben, Läuse, Flöhe und Eingeweidewürmer, weshalb es auch zur Vertilgung solcher Parasiten angewendet wird. Auch wird es zum Waschen der Hausthiere besser als Terpentin verwendet, weil es kein Ausfallen der Haare verursacht, sondern im Gegentheil reizend und fördernd auf den Haarwuchs wirkt.

Prof. Trousseau wendete das Petroleum erfolgreich zur Heilung der Conjunctivitis, statt Höllenstein und Kupfervitriol, an. Prof. Millée erhielt dieselben Resultate, und empfiehlt es besonders bei Kindern und nervösen Personen. Dr. Dubief bezeichnet das Petroleum als ein mittleres Antisepticum. (IX. Congreß der franz. ophtalmol. Gesellsch. 1891, 5. Mai.)

Bei Vergiftungsfällen mit demselben werden Brechmittel angewendet, der Magen mit der Pumpe entleert und Eiscompressen auf den Kopf gegeben.

Ueber die Wirkung des Petroleums hat L. Lewin auf Grund der vorliegenden Literatur und eigener Untersuchungen die Resultate in Virchow's Arch. f. pathol. Anat. 112, 35 bis 39 veröffentlicht. Seiner Meinung nach kann man die Frage, ob das Petroleum ein Gift sei, im Allgemeinen weder bejahen, noch im verneinenden Sinne beantworten; die Antwort richtet sich immer nach dem speciellen Falle. Bei „Vergiftung“ durch verschlucktes Petroleum treten theils Magen- und Darmkrankheiten auf, theils entsteht daneben Nierenkrankheit, theils bilden sich centrale Nervenstörungen aus. Hervorzuheben ist das Verhalten der Secrete und Excrete. Im Urin finden sich oft Albumin und morphotische Elemente; die Urinmenge nimmt anfangs ab, später stark zu, und angeblich schwimmt Petroleum auf seiner Oberfläche. Im Koth ist immer Petroleum enthalten. Die Therapie besteht im Auswaschen des Magens, Ver-

ordnung von Abfuhr und Brechmittel, bei Collaps Reizmittel. Nach Lewin's Thierexperimenten üben Petroleumrückstände und Schweröle eine schädliche Wirkung auf den Organismus aus. Der Urin von mit Petroleum vergifteten Kaninchen zeigte einen Petroleumgeruch und enthielt nie unverändertes Petroleum. Mit Salpetersäure gekocht, trat ein eigenthümlicher Fichtengeruch auf. Nach wiederholtem Einbringen von Petroleum in den Organismus trat Albumin im Urin auf, mit Salpetersäure scheidet sich ein harzförmiger Körper aus, der mit Aether extrahirt werden kann und wahrscheinlich nichts Anderes ist, als ein verändertes Petroleumproduct. Die Section „vergifteter“ Thiere ergiebt Reizung und Entzündung des Magens, Magengrund- und Gefäßzerreißungen, an der Magenschleimhaut prominirende, blutüberfüllte schwarze Punkte. Auf Grund dieser Untersuchungen hält Lewin das Petroleum für ein Gift. Der eingeathmete Petroleumdunst ist seiner Ansicht nach nicht giftig und nur bei außerordentlich schlechten äußeren und individuellen Verhältnissen können Vergiftungserscheinungen auftreten.

Hautkrankheiten sind jedoch sehr häufig bei den Arbeitern, die mit dem Erdöl zu thun haben, speciell den schwereren Oelen, weshalb auch größtmöglichste Reinlichkeit und das öftere warme Baden zu empfehlen sind.

Die Hautkrankheit tritt als vielgestaltige Acne (Entzündung der Haarbalgdrüsen) auf, in den meisten Fällen auf den Schenkeln, den Knien, den Streck- und Beugeseiten der Arme, am Stamme, im Genick, im Gesicht, in den Ohren, am Scrotum. Die Hautkrankheit wird auch nur von den schwereren Oelen verursacht.

Das officinelle Petroleum röthet die Haut, verursacht ein Abschilfern der Oberhaut und ein Ausfallen der Haare, obwohl seine Wirkung schwächer ist als die des Terpentinöles. Die ausgefallenen Haare wachsen jedoch rasch nach. Das in den Magen gelangte Petroleum, natürlich nicht in toxischer Dosis, reizt die Schleimhaut ein wenig und beschleunigt die peristaltische Bewegung. Im Blut aufgenommen, wirkt es ähnlich dem Terpentinöl. Das Petroleum tödtet die Eingeweidewürmer, Läuse 2c., ist jedoch unschädlich gegen die Bakterien. Es wird vorzugsweise in der thierärztlichen Praxis verwendet, bei Menschen gegen Läuse.

Vaselin, Vaselinöl 2c. sind ganz indifferente Körper und werden zu Salben verwendet.

Verseifung der Erdölproducte.

Die Thatsache der Sauerstoffaufnahme der Erdöle wurde schon im Capitel der Fabrikation behandelt und insoweit es sich um eine industrielle Verwerthung dieser Eigenschaften handelt, hat E. Schaal (D. R.-P. Nr. 32 705) [1] (Fig. 336, a. f. S.) versucht, Erdöle in Säuren überzuführen, indem er sie in Gegenwart von alkalisch reagirenden Stoffen mit einem Luftstrom behandelt. Die zwischen 150 bis 400° siedenden Kohlenwasserstoffe werden z. B. in einigen Procent einer fein gepulverten Mischung von Kalk und Aetznatron in einem mit Rückflußkühler versehenen Kessel *a* zum Sieden erhitzt. Dann wird ein Strom Luft

[1]) Dingl. polyt. Journ. 1885, 258, 231.

oder Sauerstoff hindurchgeblasen, nach und nach wird weiteres Alkali hinzugesetzt, und die gebildete Seife bei *C* abgelassen. Derselbe Zweck soll dadurch erreicht werden, daß man die Kohlenwasserstoffe mit ungefähr 20 Proc. kaustischen oder kohlensauren Alkalien oder sonst alkalischen Gemischen in Verbindung mit Sauerstoffüberträgern (Kupfersalzen ꝛc.) fein vertheilt mit der Luft in innige Berührung bringt. Manche Kohlenwasserstoffe oxydiren sich mit Chlorkalk sehr leicht, andere gar nicht. Wenn der Chlorkalk gewirkt hat, entfernt man den Kalk durch Salzsäure, zieht die gebildeten Säuren mit Alkali aus und behandelt das zurückgebliebene Oelgemisch noch einige Stunden mit Natronlauge bei 200 bis 300° C. In ähnlicher Weise wirkt auch Salpetersäure. Die gebildeten Fettsäuren können durch Destillation im Vacuum getrennt werden. Die flüchtigsten Säuren liefern besonders mit Methyl-, Aethyl-, Propyl-, Butyl-, Amyl- ꝛc. Alkohol für Parfümeriezwecke dienende wohlriechende Aether. Die höher siedenden Säuren bilden mit Glycerin den natürlichen Oelen ähnliche Verbindungen. Die höchstsiedenden liefern Seifen und Fette. Auch die Sulfoverbindungen dieser Säuren, welche durch gelindes Erwärmen mit halben bis gleichen Theilen Schwefelsäure, Waschen mit Wasser und so weiter erhalten werden, sollen als Türkischrothöl in der Färberei verwendet werden können. Bei der Behandlung der Erdöldestillate mit Natronlauge werden sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe entzogen, die bei Gegenwart von Seifen und Alkohol gleichfalls in wasserlösliche Verbindungen übergeführt werden. Auch Engler und Bock fanden, daß die Erdöle verseifbare Naphtencarbonsäuren enthalten, während Zaloziecky annimmt, daß es die Kohlenwasserstoffe der Methanreihe seien, die leicht in Säuren übergeführt werden können.

Fig. 336.

Wohl unterschieden von dieser Oxydationsfähigkeit der Kohlenwasserstoffe muß ihre Verseifung mit Fetten werden, die in nichts Anderem als in einer innigen Mischung der Kohlenwasserstoffe mit fettsauren Salzen besteht. Dieses Verfahren ist allbekannt, nachdem die Erzeugung der Wagenfette und consistenten Schmieren, zu denen Mineralöl benutzt wird, darauf beruht.

Eine Neuerung in diesem Verfahren besteht eigentlich nur in der Verwendung von fettsauren Salzen (Palmitin oder Stearinsäurethonerde und Carnaubawachs), die geschmolzen, große Mengen von Mineralöl aufzunehmen im Stande sind. Prof. Dittmar in Glasgow beschäftigte sich mit dieser Frage eingehend und es gelang ihm thatsächlich zuerst, ein solches Gemenge darzustellen, in dem nur einige Procent dieser fettsauren Salze als Bindemittel vorhanden waren. Die Erscheinung, daß die Mineralöle so einfach consistent gemacht werden konnten, gab auch Anlaß zu den überschwänglichsten Hoffnungen; man dachte schon an festes Petroleum, an die Leichtigkeit des Transportes ꝛc., eine Erwartung, die sich jedoch nicht bestätigte.

Auch die sogenannten Naphtalichte, welche seiner Zeit viel Aufruhr erregten, haben sich auf der letzten Beleuchtungsausstellung in Petersburg als durchaus unbrauchbar erwiesen [1]). Die Herstellungsmethode derselben in der Fabrik von K. L. Miller in St. Petersburg ist vorläufig noch nicht über das Stadium von Vorversuchen hinausgelangt. Zur Verwendung gelangen Erdöl mit Fetten oder Fettsäuren, die mit wässerigem Ammoniak oder Ammoniaksalzen gekocht werden, oder man leitet Ammoniakgas in eine Lösung von Fettsäuren in Erdöl. Die aus dieser Masse hergestellten Kerzen hatten den Uebelstand, daß das Erdöl sich aus denselben verflüchtigt, wodurch sie einen unangenehmen Geruch und ein häßliches Aussehen hatten. Das Ueberziehen mit Firnissen (Bernstein und Copallack) hatte nur eine temporäre Wirkung, da sich die letzteren im Oele allmälig auflösen. Auch versuchte man, durch Zusatz von Harz und Wachs der Oberfläche ein besseres Aussehen zu geben. Nach Angabe der Fabrik wurden die Kerzen aus 65 Proc. Stearinsäure, 30 Proc. Erdöl, 5 Proc. Wasser und etwa 0,8 Proc. Ammoniak verfertigt. Die Analyse des technologischen Instituts in St. Petersburg ergab nur einen Gehalt von 10 bis 12 Proc. Erdöl, dagegen 82 bis 85 Proc. Stearinsäure, $4^1/_2$ bis 5 Proc. Wasser und 0,6 bis 0,75 Proc. Ammoniak. Die Lichte haben somit im Verlaufe eines Monats den größten Theil ihres Erdöles verloren. Bei weiterem Liegen an der Luft im Verlaufe von 45 Tagen verloren sie an Gewicht noch gegen 10 Proc. Die photometrischen Untersuchungen wurden sehr erschwert durch den Umstand, daß die Lichte mit stark schwankender Flamme unter Abscheidung von viel Kohle am Docht brennen. Die Leuchtkraft eines Lichtes (vier auf ein Pfund) wurde gleich 1,05 Normalkerzen gefunden, bei einem Verbrauch von 10,5 g Brennmaterial per Stunde.

Die Verwendung von Fetten zu Schmierzwecken ist, wo nicht ganz besondere Verhältnisse dies gebieten, unter allen Umständen als unzweckmäßig zu bezeichnen. Dem Vortheile eines geringen Materialverbrauches steht der Nachtheil der größeren Reibung der Maschinentheile und des damit verbundenen größeren Aufwandes an Heizmaterial gegenüber. Im Zusammenhange damit stehen die größeren Reparaturkosten an Lagermetall ꝛc. Schon aus theoretischen Gründen muß die Fettschmierung als eine unrichtige bezeichnet werden. Die Verluste durch die Reibung wiegen schon den Mehrverbrauch an flüssigen Oelen auf. Das consistente Fett kann seinem Zweck erst in dem Augenblick entsprechen, wo es flüssig wird, d. h. wenn die geschmierten Maschinentheile sich bis zum Schmelzpunkt des Fettes und über denselben erwärmen; diese Temperaturerhöhung kann wieder nur durch Reibung der Metallflächen erreicht werden, und ein größerer Kraftaufwand, somit vermehrter Heizmaterialverbrauch sind zur Ueberwindung dieser Widerstände nothwendig. Alle Fette sind daher beim rationellen Betriebe von der Schmierung von Maschinen, Transmissionen ꝛc. auszuschließen. Anders verhält es sich mit den Cylinder- und Schieberschmierungen; hier können neutrale Fette anstandslos verwendet werden. Unbedingt auszuschließen ist die Talgschmierung.

Die consistenten Fette, insbesondere die sogenannten Harzseifen, bestehend aus den Kalkseifen von Harzöl in Verbindung mit den minderwerthigen Destillations-

[1]) Dingl. polyt. Journ. 276, 563.

producten des Erdöles oder mit Erdölrückständen finden als Wagenfette, Huntefette, Drahtseilschmieren ꝛc. vielseitig Verwendung zum Schmieren von Fuhrwerken, Kohlenwagen ꝛc., wo die localen Verhältnisse kein anderes besseres Schmiermittel zulassen.

Ueber Erzeugung derselben kann auf die zahlreich erschienenen Receptbücher hingewiesen werden.

Zum Schlusse seien des theoretischen Interesses wegen zwei angeblich mineralische, mit dem Vaselin nicht identische, consistente Producte erwähnt. Das eine ist ein in Amerika vielfach angewendetes Product unter der Bezeichnung „Viscom". Wie der Name andeutet, dient es zum Viscosmachen der Mineralöle. Es besteht wahrscheinlich aus einem Gemenge fettsaurer Metallsalze. Das „Bakusin", von A. Müller in Moskau als Mineralschmiere angepriesen, wird in der Weise erzeugt, daß man 100 Thle. Erdöl und 25 Thle. Ricinusöl mit circa 50 bis 69 Thln. concentrirter Schwefelsäure mischt und mit der zwei- bis dreifachen Menge Wasser gut durcharbeitet. Nach einigem Stehen zieht man die untere wässerige Schicht ab und neutralisirt mit Natron- oder Kalilauge.

Die Anforderungen des Marktes und besonders die zahlreichen Verfälschungen, zu denen man die Erdölproducte benutzt, haben die Erzeugung von scheinlosen und parfümirten Oelen zur Folge. Die Mineralöle, selbst die leichtgefärbtesten, zeigen eine mehr oder minder starke Fluorescenz, die bald ins Grünliche, bald ins Bläuliche, je nach der Provenienz, spielt. Als solche können sie, weil leicht erkenntlich, daher nur schwer als Zusatz zu Oliven- oder Rüböl und endlich selbst zur Erzeugung von künstlichem Fischthran verwendet werden. Auch durch den charakteristischen Erdölgeruch sind sie leicht erkenntlich. Um den Schein und Geruch zu entfernen, bedient man sich verschiedener Mittel. Das sogenannte Scheinlosmachen der Oele geschieht in vielen Fällen durch Behandlung mit geringen Mengen Salpetersäure; die Oele werden dadurch stark gebräunt, verlieren aber die Fluorescenz nahezu vollständig, eignen sich in dieser Form besonders zur Erzeugung von künstlichen Fischthranölen. In neuester Zeit ist es gelungen, die lichtgefärbten Mineralöle, ohne sie wesentlich zu schädigen, durch einen geringen Zusatz von Nitrokörpern, besonders Nitronaphtalinen, nahezu vollkommen scheinlos zu machen. Der Zusatz schwankt zwischen $^1/_2$ und $1^1/_2$ Proc. vom Oel. Vollständig läßt sich aber die Fluorescenz nicht nehmen, besonders in dickeren Schichten ist sie immer noch wahrnehmbar. Die scheinlos gemachten Oele zeigen den Uebelstand, daß sie allmälig nachdunkeln. In letzter Zeit wird ein Anilinfarbstoff, „jaune anglaise", mit Erfolg benutzt, wahrscheinlich ein Chinolinfarbstoff.

Das Parfümiren der Oele geschieht hauptsächlich durch Zusatz von Terpentinöl, Nitrobenzol und flüchtigen, ätherischen Oelen, die den Petroleumgeruch einfach decken. Auch Rosmarinöl findet Anwendung, besonders für Oele, die als Zusatz für denaturirtes Olivenöl dienen.

Die schwereren Erdölproducte endlich finden noch Anwendung als Kesselsteinmittel, als Imprägnirungsmittel für Holz und Gyps ꝛc. Die erstere Verwendungsart soll sich nach Versuchen von M. Carden bewährt haben, da das Erdöl sogar den alten Kesselstein löst, wobei es von Wichtigkeit ist, nicht zu große Mengen auf einmal anzuwenden, da sich sonst schwer siedende Emulsionen bilden. Nach M. L. Lyne sind leichtere Oele den Schwerölen vorzuziehen.

Achtes Capitel.

Erdgas und Oelgas.

Der Ausdruck „Erdgas“, „Naturgas“ gilt für ein Gemenge von Gasen, die als stete Begleiter des Erdöles mit demselben vorkommen oder dort auftreten, wo die geologischen Verhältnisse für das Vorhandensein von Erdöl sprechen.

Das kaukasische Erdgas.

Im kaukasischen Erdölgebiete, besonders aber auf der Apscheronhalbinsel, treten aus den Klüften und Spalten gewaltige Mengen von Erdgas auf, die seit uralter Zeit bekannt sind. Dieses Gas lieferte seiner Zeit den Feueranbetern die „ewigen Feuer“, sowie das Heizmaterial für Hausgebrauch, wie es noch Gmelin [1]) im Jahre 1778 mittheilte. Obwohl dieses frei auftretende Gas in dem Surachanigebiete schon längst von den Tartaren zum Brennen von Kalk angewendet wurde, wurde es erst in der letzten Zeit für diesen Zweck in größerem Maßstabe ausgenutzt und es wird jetzt der sämmtliche für die Bauten von Baku und Umgebung verwendete Kalk in der Nähe von Surachani mittelst Erdgas gebrannt. Nach Mittheilungen von Engler [2]) befanden sich bei dessen Besuch auf der Apscheronhalbinsel auf der Strecke von Surachani nach Balachani nicht weniger als etwa 70 Kalksteinhaufen, die frei auf der Erde aufgeschüttet lagen, und durch welche die Flammen aus kleinen Oeffnungen in der Erde hindurchschlugen. Ist der Kalk fertig gebrannt, so werden die Oeffnungen verstopft, nach Wiederauflagerung neuer Kalksteinstücke neuerdings geöffnet und das ausströmende Gas angezündet. Desgleichen verwendete man dieses frei ausströmende Gas in einigen in Betrieb befindlichen Raffinerien von Surachani. So sind die ausgiebigsten Gasquellen dieses Gebietes [3]) in dem riesigen Hof der Kokoreff'schen Fabrik (Bakusche Naphtagesellschaft) eingeschlossen und dieser dienstbar gemacht. Röhren von ziemlich großem Durchmesser sind inmitten des weiten Raumes senkrecht in die Erde geschlagen und liefern des Abends zur Beleuchtung des Hofes

---

[1]) Tumsky: „Die Technologie der Naphta.“ — [2]) Engler: „Das Erdöl von Baku.“ — [3]) Oscar Schneider: „Ueber die kaukasische Naphtaproduction.“

hohe, wild bewegte Flammen, die sofort gebändigt sind, sobald der große hölzerne, mit Lappen umwickelte Pfropfen in die Oeffnung gedrückt wird. Auch dem Feuerbedarf der Küchen in den Häusern des Fabrikrayons wird durch solche Gasquellen genügt. Ihre wichtigste Verwendung aber finden dieselben in der Fabrik selbst, indem sie auch zur Heizung der Destillirkessel gebraucht werden. Die Stätte der kräftigsten Gasexhalation ist zu einer mächtigen quadratischen Grube ausgegraben, in welcher 40 große, umgestürzte und durch Röhren verbundene Kästen von Eisenblech zum Ansammeln des Gases dienen; Röhrenleitungen führen von diesem Reservoir den von der Natur in überreicher Fülle gespendeten Brennstoff bis unter die Destillirkessel der Leuchtölfabrik. In letzterer Zeit soll jedoch die Fabrik hiervon abgekommen sein. Eine zweite große Raffinerie von Mirzoëff[1]) wendet gleichfalls das frei austretende Gas zur Beleuchtung, sowie auch als Essenfeuer zum Erhitzen des Eisens in der Maschinenwerkstätte an. Hier strömt das Gas durch einen schlitzförmigen, senkrechten Schacht aus und schlägt von da als etwa 1 m breite Flamme in einen wagerechten Flammofen, in welchen die zu erhitzenden Eisentheile gebracht werden.

Auf der — Apscheron im Osten vorliegenden — Insel Swätoi[2]) hatte in den 50er Jahren der Admiral Wassiljeff den Versuch gemacht, dort quellende Gase in einen Schornstein zu führen und denselben als Leuchtthurm für die dort durch Klippen gefährdeten Schiffe zu benutzen, es traten jedoch, jedenfalls wegen zu großem Durchmesser oder zu mangelhafter Dichtung des Schlotes Explosionen auf, die denselben schädigten, und stets die Flamme auslöschten.

Auf dem Bergrücken Schubani, westlich von dem — südlich von Baku gelegenen — Vorgebirge Bailoff, treten in 255 m Höhe über dem Kaspischen See ebenfalls große Massen von Gasen zu Tage, die zum Theil beständig in Flammen stehen und zum Kalkbrennen benutzt werden.

Bekannt sind ferner solche Gasausströmungen im östlichen Dagestan, nordwestlich von Apscheron, und zwar am Nordabhange des Gebirges beim Orte Kinalugi am Schach-dag in einer Höhe von 2550 m, und am Südabhange die 1781 m hoch liegenden Gasquellen von Botscha im Circusthale von Lagitsch.

Von ganz besonderem Interesse sind, nach Mittheilungen von Engler und Oscar Schneider, die mächtigen Gasströme im seichten Golfe südlich vom Vorgebirge Bailoff, bei dem Orte Beibat. Etwa 2 km von der Küste brechen daselbst an drei einander nahe gelegenen Stellen des Meeresgrundes, 6 m unter dem Seespiegel so gewaltige Gasquellen hervor, daß es den Anschein hat, als sei das Wasser in kochender Bewegung. Beim Anzünden der über dem Meeresniveau drängenden Gaswogen bilden sich sofort mächtige, wild bewegte Gluthmassen, von denen ohne Aufhören breite, aber schnell verlöschende Feuerströme nach den Seiten abfließen. Dieses Schauspiel dauert, bis ein starker Wind oder die hochgehende See die Feuerherde zuweilen erst nach Tagen zum Verlöschen bringen.

Auch bei den zahllosen Schlammvulcanen, welche das große Dreieck von der Nordküste Apscherons und Schemachas im Norden bis Saljan im Süden erfüllen,

[1]) Engler: „Das Erdöl von Baku.“ — [2]) Schneider: „Ueber die kaukasische Naphtaproduction.“

zeigen sich diese Gase als treibende Kraft, die den Schlamm aus der Tiefe heben. Von Zeit zu Zeit treten die gespannten Gase, das graue, thonige Wasser zerplatzend, aus den Kratern unter lautem Getöse hervor, indem sie den ganzen Berg ins Schwanken bringen.

Von besonderem Interesse sind auch die Gasquellen [1]), welche nicht selten beim Suchen nach Naphta wider Willen erbohrt werden, durch die Gewalt, mit welcher hier der Gasaustritt fast immer erfolgt. Offenbar liegen hier Höhlungen vor, in welche das Gas unter gewaltigem Drucke eingeschlossen ist. Trifft der Bohrer an eine solche Ansammlung, so strömt dasselbe unter Umständen so rasch und mit solcher Kraft aus, daß das Bohrgestänge nicht mehr beseitigt werden kann und manchmal herausgeschleudert wird. Auch Schlamm und Sand, sowie Steine bis zur Größe von Kegelkugeln werden mit ausgeworfen. Man hat aus der Zeit des Aufsteigens und Wiederherunterfallens solcher Steine berechnet, daß diese bis zu einer Höhe von 200 bis 250 m emporgeschleudert waren.

Nach den Analysen von Bunsen und Schmidt [2]) besteht das kaukasische Naphtagas aus:

Methan	92,49	93,09	92,24	97,57	95,56
Olefinen	4,11	3,26	4,26	—	—
Kohlenoxyd	0,93	2,18	3,50	2,49	4,4
Wasserstoff	0,94	0,98	—	—	—
Stickstoff	2,13	0,49	—	—	—

Nach Angaben von Sabtler enthält das Gas nur 60 bis 90 Proc. Methan, bloß Spuren Kohlenoxyd, dagegen zwischen 5 bis 22,5 Proc. Wasserstoff. Auch schwefelhaltige Gase vermuthet dieser, auf Grund des Geruches, als Beimischung.

Trotzdem das Vorkommen von Erdgas in Rußland bis in die vorgeschichtliche Zeit zurückgeführt werden kann und die Menge allem Anscheine nach eine sehr reiche ist, so steht es in keinem Verhältnisse zu jener mächtigen Industrie, wie sie das Erdgasvorkommen in Amerika veranlaßt hat.

Das amerikanische Erdgas.

Die erste Verwerthung fand das Erdgas in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zur Beleuchtung des Dorfes Fredonia, Chantauqua County im Staate New York, im Jahre 1821. In diesem Jahre wurde ein Brunnen von 9 m Tiefe und 3,8 cm Durchmesser gegraben, der genügend Gas für etwa 30 Brenner sehr primitiver Form lieferte. Das Licht eines solchen Brenners hatte etwa zwei Kerzenstärken, für jene Zeit eine prächtige Beleuchtung. Das Gas wurde durch Holzröhren in die Häuser geleitet. Zu Ehren Lafayette's, 1824, wurde das Dorf mit Gas beleuchtet. Die Kenntniß dieses Gases verbreitete sich über die Vereinigten Staaten, überall Bewunderung erregend, so, daß Humboldt das Gas als das achte Weltwunder bezeichnete. Im Jahre 1859 wurden neun Brunnen erbohrt, die eine Production von 120 cbm auf-

---

[1]) C. Engler: „Das Erdöl von Baku." — [2]) Tumsky: „Technologie der Naphta."

wiesen. In den Jahren 1840 bis 1842 wurde das im Kanawhathale in Westvirginien erbohrte Gas zum ersten Male industriell verwerthet, zum Eindampfen der Salzsoole. Im Jahre 1843 wurde ein Brunnen in einer Tiefe von 320 m in Pennsylvanien gebohrt.

Anfänglich wurde das Gas als geradezu schädlich gehalten, und suchte man sich von diesem lästigen Begleiter des Erdöles und Salzes möglichst zu befreien. Erst im Jahre 1870/71 wurde das Gas aus dem Leschburgbrunnen, im Armstrong County, Pennsylvanien, gelegen, in der Eisenfabrikation verwendet, indem man es vom Brunnen in ein Reservoir leitete, wo sich das Wasser absetzte, während das Gas unter die Oefen geführt wurde. In der Glasfabrikation wurde es zuerst in Rochester, Pennsylvanien, verwendet. Zur Heizung der Dampfkessel fand es bei den Bohrmaschinen schon früher Verwendung [1]).

Heute ist die Zahl und Ausbeutung der Gasbrunnen eine sehr große. Vom Hudsonstrom im Osten bis an die Pacificküste im Westen, vom Michigansee im Norden bis an die Golfküste im Süden wurden Bohrversuche auf Gas gemacht. Die Erfahrung zeigte, daß sich an der Atlantischen Küste keine oder nur sehr minderwerthige Brunnen vorfinden, dagegen das Thal des Mississippi die Hauptlagerstätte bildet, und zwar hauptsächlich im Sandsteine von Ohio, und in den paläozoischen Schichten von Pennsylvanien.

Die intensiven Bohrungen, die zur Aufschließung von Gasbrunnen durchgeführt werden, machten es nothwendig, allgemeine Grundsätze aufzustellen, die bei der Wahl eines Terrains ausschlaggebend sind. Diese sind [2]): a) die Porosität und Homogenität des Sandsteines, der als Reservoir für das Gas dient; b) die Ausdehnung der Schichten, die über und unter dem „Gassand" aufgebrochen sind; c) die Mächtigkeit der „Gassandschicht"; d) das relative Verhältniß von Wasser, Oel und Gas; e) der Gasdruck, der vor dem Anbohren herrschte.

Vorkommen und Zusammensetzung.

Die geologische Structur der Erdgasregionen ist eine sehr einfache. Die Gesteine liegen fast horizontal und erstrecken sich continuirlich auf viele Meilen. Eine der Hauptbedingungen für das ergiebige Vorkommen von Gas ist das Vorhandensein von porösem Gestein, indem dieses, wie erwähnt, als Reservoir dient; der Gasdruck, welcher zwischen 30 bis 35 kg per Quadratcentimeter beträgt, und das relative Gemenge von Gas und Oel sind von nicht minderer Wichtigkeit.

In zerklüfteten plutonischen Gesteinsschichten ist das Vorkommen von Gas in der Regel ausgeschlossen.

Das Erdgas in Amerika besteht hauptsächlich aus einem Gemenge von Paraffinkohlenwasserstoffen (s. Tabelle), ähnlich dem Erdöle selbst, unterscheidet sich aber ganz wesentlich von dem künstlich aus Erdöl gewonnenen Gas. Der Hauptbestandtheil

---

[1]) Jos. D. Weeks: „Natural Gas." Washington Government printing office 1888. — [2]) Charles A. Ashburner, Geologist in Charge, Pennsylvania survey, Philadelphia: American Institute of mining Engineers. Halifax meeting, Septbr. 1885.

Tabelle des untersuchten Naturgases von verschiedenen Quellen.

Enthält	Petrolia Canada[1])	West Bloomfield N. Y.[2])	Olean N. Y.[3])	Burns's Wellnear St. Joe. Buttler Co. Pa.[4])	Harvey Well Butler Co. Pa.[5])	Cherry Tree Indiana Co. Pa.[6])	Leechburg[7])	Creighton[8])	Penn Fuel Co. Well. Murraysville[9])	Fuel Gas Co. Well. Murraysville[10])	Rogers Gulch Wirt Co. W. Va.[11])	Gas von Marsch Ground[12])	Gas erhalten aus der Wigancannelkohle[13])	Fredonia N. Y.[14])	Baku am Kaspischen Meere[15])	Gas aus der Kohlengrube in South-Wales[16])
Specifisches Gewicht	Hauptsächlich Methan und Aethan und etwas Kohlensäure	0,693	0,692	0,6148	0,5119	—	0,5580	0,5923	0,56	—	Hauptsächlich Methan und geringe Quantitäten von Stickstoff und 15,86 Proc. Kohlensäure	—	—	Ein Gemisch von Methan, Aethan und Propan	—	—
Wasserstoff		—	—	6,10	13,50	22,50	4,79	—	Sumpfgas und ein wenig Kohlensäure	19,56		47,37	80,69		0,98	—
Methan		82,41	96,50	75,44	80,11	60,27	89,65	96,34		78,24		—	4,75		93,09	95,42
Aethan		—	—	18,12	5,72	6,80	4,39	—		—		—	—		—	—
Propan		—	—	Spuren	—	—	Spuren	—		—		—	6,44		—	0,60
Kohlensäure		10,11	—	0,34	0,66	2,28	0,35	3,64		—		3,10	—		2,18	—
Kohlenoxyd		—	0,50	Spuren	Spuren	Spuren	0,26	Spuren		—		—	8,12		—	3,98
Stickstoff		4,31	—	—	—	7,32	—	„		—		49,39	—		0,49	—
Sauerstoff		0,23	2,00	—	—	0,83	—	„		2,20		0,17	—		—	—
Leuchtkohlenwasserstoffe		2,94	1,00	—	—	—	0,56	„		—		—	—		3,26	—
	—	100,00	100,00	100,00	99,99	100,00	100,00	100,00	—	100,00	—	100,03	100,00	—	100,00	100,00

1) Fouqué, Comptes rendus 67, 1045. — 2) H. Wurtz, Amer. Journ. Arts and sc. (2) 49, 336. — 3) Robert Young. — 4) J. P. Sadtler, Report L. 2d. geolog. Sur. Pa. — 5) Ebendaselbst 3d. geolog. Sur. Pa. — 6) Ebendaselbst. — 7) Ebendaselbst. — 8) T. C. Phillips. — 9) Robert Young. — 10) Rogers. — 11) Fouqué, Comptes rendus 67, 1045. — 12) Bischof, Geol. Chem. 1, 730. — 13) J. W. Thomas, Chem. Soc. Journ. 1876, p. 793. — 14) Fouqué, Comptes rendus 67, 1045. — 15) Bischof, Geol. Chem. 1, 730. — 16) J. W. Thomas, Chem. Soc. Journ. 1875, p. 793.

ist Sumpfgas, weiter enthält es Kohlensäure und Kohlenoxyd und endlich in geringen Mengen Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Das specifische Gewicht des Gases ist geringer als das der Luft. Gase aus tieferen Schichten erweisen sich als leuchtkräftiger, als jene von den oberen Schichten. Von dem specifisch schwereren Oelgas unterscheidet es sich durch größere Mengen von Sumpfgas, Kohlensäure, dagegen geringer Menge von Wasserstoff, Kohlenoxyd, Olefinen und Stickstoff.

Mengen, Bohrung, Consum.

Als die wichtigsten Centren der Gasgewinnung gelten: Ohio und Westpennsylvanien mit Pittsburg als dem bedeutendsten Orte. Im Staate New York ist es hauptsächlich der Alleghanydistrict, endlich im Staate Indiana, Indianapolis und Cincinnati. In letzterer Zeit wurden Brunnen mit einer Leistungsfähigkeit von 320 000 cbm per Tag gefunden. Die schwächsten Brunnen ergaben dort 4200 bis 30 000 cbm per Tag.

Die Bohrkosten eines Gasbrunnens sind nahezu dieselben wie bei den Oelbrunnen; sie schwanken zwischen 3500 bis 6000 Dollars, entsprechend der Tiefe. Es werden in gleicher Weise Derricks aufgestellt und Schmiedeeisenrohre verwendet, die durch das weiche Erdreich durchgeschlagen werden (von 18 bis 30 m), um hierauf nach beliebiger Bohrmethode weiter behandelt zu werden. Die Bohrlöcher werden bei 150 m Tiefe auf 20 cm Diameter gebohrt, und verwendet werden 142 mm-Rohre. Ueber diese Tiefe hinaus wird das Loch mit 15 cm fortgesetzt und werden 10 cm-Rohre verwendet. Unter gewöhnlichen Umständen genügen 15 Tage zur Fertigstellung eines Bohrloches. Zur Bergung resp. Ableitung des Gases aus dem Bohrloche, ohne bedeutende Verluste, dienen verschiedene Methoden; das Aufsetzen von noch so starken Pfropfen bewährte sich nicht, da das Gas unter hohen Drucken diese und die Rohre herausschleuderte. Bessere Resultate erhält man, wenn man so tief bohrt, als man vermuthet, Gas zu erhalten, und nur dann etwas tiefer geht, wenn Bedarf an Gas vorhanden ist; oder wo das Gas unter schwachem Drucke steht, benutzt man den Brunnen selbst als Reservoir, indem man die Bohrrohre in ihrem oberen Ende mit einer Stopfbüchse versieht. Durch Oeffnen eines Verschlusses streicht dann das Gas in die Rohrleitungen. Dieser Verschluß ist ähnlich den bei Oelbrunnen verwendeten, nur sind besondere Vorkehrungen aus Sicherheitsrücksichten zu treffen.

Unmöglich ist es, eine genaue Ziffer der Gasproduction und des Consums in den Vereinigten Staaten festzustellen. Die Messungen bei einzelnen Brunnen können nicht als allgemein gültige bezeichnet werden, denn die Mengen schwanken nicht allein von Tag zu Tag, auch von Stunde zu Stunde ändern sie sich. Sie sind größer zu gewissen Tagesstunden, und unterliegen dem Wetterwechsel und der Barometerschwankung. Die Menge läßt sich wohl für gewisse Gegenden in der Weise feststellen, daß man aus der Zahl der Oefen, Kessel &c. einen Schluß zieht; doch ist es in dem Pittsburgdistrict nachgewiesen, daß manche Eisenwerke 360 cbm Gas per Tonne Eisen brauchen, andere wieder 1000 bis 2000 cbm. Die beste Basis einer Calculation jedoch ist nach dem „Mineral Resources of

the United States" die Kohlenmenge, die durch das Gas verdrängt wurde. Diese betrug beispielsweise im Jahre 1887 für die gesammten Vereinigten Staaten 9 867 000 Tonnen (1 Tonne gleich 10 m-Ztr.) im Werthe von 66 500 000 Mark gegen 6 453 000 Tonnen im Jahre 1886.

Das Capital, das in verschiedenen Unternehmungen für die Gewinnung und den Transport des Gases angelegt ist, läßt sich gleichfalls annähernd berechnen. Das Capital der „Philadelphia Compagnie" in Pittsburg beträgt $31\frac{1}{2}$ Millionen Mark. So viel dürften auch für die anderen Pittsburger Gesellschaften gelten. Circa 126 Millionen kämen auf die New Yorker, Ohio- und Westvirginiagesellschaften und circa 21 Millionen auf die anderen, so daß beiläufig 210 Millionen Mark Anlagecapital vorhanden sind.

Dauer.

Ueber die Dauer dieses für die Vereinigten Staaten unschätzbaren Heiz- und Beleuchtungsmaterials läßt sich bis heute nichts Genaues sagen. Begreiflicher Weise erregt sie das allgemeine Interesse, und existiren zahlreiche Beobachtungen zur approximativen Schätzung der zukünftigen Thätigkeit. Prof. Orton ist der Meinung, daß der Gasvorrath bei Fortsetzung des derzeitigen Verbrauches in etwa neun Jahren erschöpft sein werde. Von vielen Seiten werden daher warnende Stimmen gegen die maßlose Ausnutzung laut. Nach Ashburner[1]) ist wohl kein Grund für besondere Befürchtungen vorhanden, nachdem schon viele Gesellschaften im Falle des Schwindens des jetzigen Gasvorrathes an die Erzeugung von künstlichem Gas aus Kohle und Erdölrückständen denken. Die Gesellschaften bestreben sich in neuester Zeit, den Gasüberschuß, der heute verbraucht wird, möglichst zu reduciren, so daß anzunehmen ist, daß im Großen und Ganzen in den betreffenden Gegenden an eine Wiederbenutzung von Kohle direct zu Heizzwecken nicht mehr gedacht wird. Zahlreiche Beobachtungen übrigens, die man über die Zeitdauer von Gasbrunnen machte und die im Nachfolgenden aufgeführt werden sollen, rechtfertigen die Hoffnung einer längeren Ergiebigkeit. So zeigten einige Brunnen im Butler County folgende Erscheinungen:

Brunnen Nr. 1: Neun Jahre im Betrieb und noch thätig.
" " 2: Vier Jahre im Betrieb, noch schwach thätig. Die Ursache, ein zweiter Brunnen in der Nähe.
" " 3: Unbedeutende Ausbeute.
" " 4: Der Druck sank von $1\frac{1}{2}$ auf 0,0 Pfund.
" " 5: Nach vierjährigem Betriebe außer Thätigkeit.
" " 6: Seit sechs Jahren im Betrieb, allmälig abnehmend.
" " 7: Nach fünfjährigem Betrieb aufgehört.
" " 8: Seit 1883 im Betrieb.
" " 9: Ein kleiner Brunnen.
" " 10: Ein guter Brunnen.

---

[1]) Crew: „A practical Treatise on Petroleum", p. 476.

Die Ursache, daß Brunnen versagen, liegt in vielen Fällen in Verstopfungen durch Salz und Paraffin. Eine große Zahl von Brunnen ist noch heute, trotz zwanzigjährigem Betriebe, ergiebig. Wenn also auch für die Zukunft an keine so mächtigen Gasausbrüche zu denken ist, so läßt sich aus der großen Ausdehnung des Gasterritoriums trotzdem auf einen stetigen Zufluß rechnen. Es wird sich vielleicht die Nothwendigkeit ergeben, für die Bergung des Gases große Gasometer zu construiren. Immerhin werden auch legislatorische Maßregeln nothwendig sein, um der Verschwendung Einhalt zu thun, denn thatsächlich geht heute noch viel mehr Gas unbenutzt zu Grunde, als verwendet wird.

So wurde der tägliche Verlust im Murraysvilledistrict auf 1,84 bis 1,98 Millionen Cubikmeter per Tag geschätzt.

Verwendung.

Das Erdgas findet seine Hauptverwendung zu Beleuchtung und Heizzwecken. Es besitzt zu Beleuchtungszwecken einen weit untergeordneteren Werth, als das Steinkohlen- und künstliche Oelgas. Seine Leuchtkraft ist beiläufig die Hälfte des ersteren ($7^1/_2$ Kerzen gegen 16 des Steinkohlengases); nichtsdestoweniger findet es seiner Billigkeit wegen eine ganz ausgedehnte Verwendung. Die Versuche, das Gas durch Carburirung mit flüssigen Kohlenwasserstoffen leuchtkräftiger zu machen, sind schon seit Jahren im Gange, ohne daß bis jetzt jedoch die Resultate ganz befriedigende wären. Man suchte auch durch Umänderung der Brenner und Verbesserungen heller leuchtende Flammen zu erzeugen.

Das Gas hat zu Beleuchtungszwecken noch zwei sehr unangenehme Eigenschaften: Zunächst das geringe specifische Gewicht und den geringen Kohlenstoffgehalt, weshalb es eine stark flackernde, wenig leuchtende und durch Luftzug stark beeinflußte Flamme giebt. Zu dem Zwecke muß man dafür Sorge tragen, daß der Brenner einen engen Schlitz trage, und daß bei Straßen- und Platzbeleuchtung die Laternen möglichst dicht schließen. Versuche von Phillip (Mineral Resources 1885) ergaben, daß das Gas mit Brennern, die circa 0,229 bis 0,254 cbm Gas consumiren, am besten brenne. Die Brenner von Siemens und Haupt entsprechen diesen Zwecken vollkommen, auch der Toddbrenner giebt gute Resultate; er beruht auf dem Principe, daß die Luft, bevor sie mit dem Gase in Berührung tritt, erwärmt wird. In Fig. 337 ist die Einrichtung dargestellt; die Luft streicht durch die erhitzten Siebe, bevor sie die Flamme trifft. Ein weiterer Nachtheil des Erdgases liegt in seiner fast vollständigen Geruchlosigkeit, die es nothwendig erscheinen läßt, um das Gas weniger gefährlich zu machen, resp. die Gefahr rechtzeitig erkennen zu lassen, demselben stark riechende Stoffe beizumengen.

Die Verwerthbarkeit des Erdgases zu Heizzwecken hat dasselbe für eine ganze Reihe von Industrien, wie für den Hausgebrauch zu einem sehr werthvollen Producte gemacht. Die große calorische Kraft des Gases, das bequeme Arbeiten mit demselben, die Leichtigkeit der Zufuhr, das rauch- und geruchlose Brennen und der geringe Preis endlich haben es möglich gemacht, daß alle anderen Heizmaterialien verdrängt wurden, und nur zur Locomotivfeuerung und in Hochöfen Kohle verwendet wird.

Nach Versuchen, die über den relativen Heizwerth im Vergleiche mit anderen Heizmaterialien gemacht wurden, ergiebt sich: 1. Daß das Erdgas 33½ Proc. größeren calorischen Werth besitzt als das Steinkohlengas. 2. Bei unvollständigem Verbrennen der Kohle entsprechen 0,566 cbm Gas 0,453 kg Kohle, bei mittlerer Verbrennung 0,3174 cbm 0,453 kg Kohle, bei vollständiger Verbrennung 0,253 cbm 0,453 kg Kohle [1]).

Weitere Versuche ergaben, daß, wenn 0,453 kg Kohle 3,7 kg Wasser verdampften, zur selben Menge Wasser 1,925 cbm Gas nothwendig waren. Aehnliche Versuche in den Eisenwerken der Carnegie Bros. und Comp. gemacht, ergaben bei einer Verdampfung von 4,09 kg Wasser per 0,453 kg Kohle das Resultat, daß 0,453 kg Gas (= 0,653 cbm) 9,216 kg Wasser verdampften.



Fig. 337.



In der Glasfabrikation hat sich seit Verwendung des Gases die Qualität des Productes wesentlich gehoben.

Der Pittsburgdistrict mit der Stadt Pittsburg bildet seit 1884 ein mächtiges Industriecentrum, erhalten lediglich durch das massenhaft vorkommende Gas. Zwei Brunnen unter dem Namen „The Burns" und der „Delameter" sind die ergiebigsten Gasquellen für Pittsburg. Während der letzten zwei Jahre (bis 1889) wurden über 100 Brunnen erbohrt, hauptsächlich aus dem Grunde, um den gesteigerten Anforderungen entsprechen zu können.

Der tägliche Verbrauch an Gas in Pittsburg beträgt über 600 000 cbm. Gegenwärtig wenden fast sämmtliche Stahl- und Eisenwerke, sowie alle Fabriken für ihre Dampfkessel das Erdgas an, viele Glasfabriken in der Stadt und Umgebung machen von demselben gleichfalls Gebrauch. In allen Brauhäusern der Stadt, in zwei der größten Hotels, sowie in Privathäusern findet es Anwendung.

Der Preis des Gases beträgt:

Für Kochöfen per Monat	14,70 Mark		
„ Stubenöfen	12,60	bis 25,20	Mark
Zur Beleuchtung per Flamme	1,05	„ 1,26	„
Für Dampfkessel per Tag	5,35	„ 6,30	„
„ Fabriköfen per Monat	25,20	„ 37,80	„

Die vereinigten „Fuel Gas" und „Penn. Fuel Company" liefern für die Stadt Pittsburg selbst einen Theil des Gases. Sie arbeiten mit fünf Gasleitungen die von ihren Brunnen in Murraysville nach Pittsburg gezogen sind,

---

[1]) Nach Versuchen von C. E. Haquembourg in Bradford Pa. mit einem Dampfkessel gemacht.

in einer Länge von 32 km. Sie liefern circa 425 000 bis 500 000 cbm per Tag. Die „Washington-Gas-Company“ arbeitet mit zwei Stück 20 cm-Leitungen und mit einer Capacität von 14,15 Millionen Cubikmeter. Die mächtigste Gesellschaft, die „Philadelphia-Company“, mit ihren mächtigen Leitungen von Murraysville, Tarentum und Westinghouseville liefert 849 460 cbm per Tag, hauptsächlich in die industriellen Etablissements. Die kleineren Gesellschaften liefern 56 000 bis 141 000 cbm Gas per Tag, abgesehen von den zahlreichen industriellen Unternehmungen, die sich das Gas selbst fördern [1]).

Es verbleibt nunmehr nur Einiges über die Verwerthungsweise des Gases, hauptsächlich zu industriellen Zwecken, zu sagen. Vorher sei einer Einrichtung gedacht, die es ermöglicht, das Naturgas, welches unter bedeutendem Druck durch die Hauptleitungen strömt, für privaten und industriellen Gebrauch ökonomisch zu verwerthen.

Der bedeutende Gasdruck, der an den Brunnen und in den Hauptleitungen herrscht und der zwischen 14 bis 66,5 kg per Quadratcentimeter beträgt, erschwert ungemein die Verwendung des Gases; denn es ist begreiflich, daß bei dem fortwährend sich ändernden Verbrauch leicht Störungen vorkommen müssen. Das Bestreben mußte alsbald dahin gerichtet werden, diesen Druck auf ein Minimum zu reduciren, um einen ökonomischen Consum möglich zu machen. Die ältere und unvollständig wirkende Gasdruckregulirung bestand in einem gewöhnlichen Reservoirsystem, in welchem der hohe Druck der Hauptleitungen durch ein großes, hydraulisch geschlossenes Reservoir bis auf ein Minimum von einem Pfund für die sogenannten Niederdruckleitungen der Straßen und Häuser reducirt wurde. Dieses System konnte sich aber nicht bewähren, da es unter wechselnden Verbrauchsbedingungen und auch mit dem Atmosphärendruck verschieden wirkte. Dazu kam der hohe Preis der Anlagen selbst, ohne daß diese sicher genug für die Consumenten arbeiten konnten. Um so größere Sicherheit bot die von Geo. Westinghouse jr. im Jahre 1883 bis 1884 eingeführte Methode, die in einer unabhängigen und selbständigen Reduction des Gasdruckes für den Privat- und Fabriksgebrauch bestand. Die Westinghouseregulatoren sind in verschiedener Weise für den Haus- und für den Fabriksconsum eingerichtet. Die ersteren sind so functionirend, daß sie nicht allein den Gasdruck in den Privatleitungen bis zu einer sicheren, ökonomischen Grenze herabsetzen, sondern auch im Falle einer Störung in der Hauptleitung schließt sich ein automatisches Sicherheitsventil in denselben und hebt die Verbindung zwischen den Privat- und Hauptleitungen auf. Dieser Verschluß ist von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit.

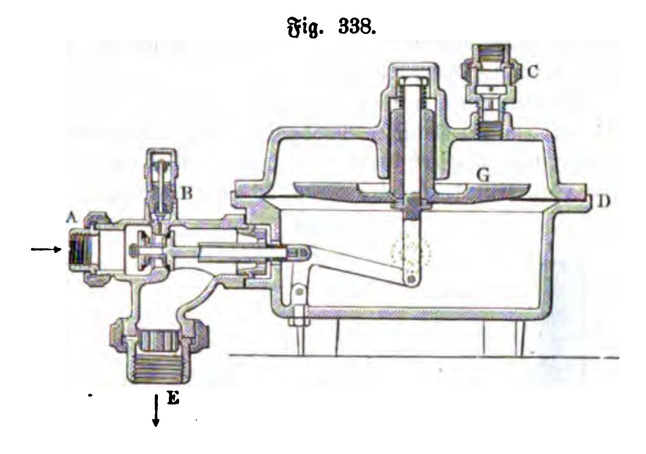
Diese combinirten Regulatoren und Sicherheitsventile, indem sie den Gasdruck vermindern, reguliren auch den Gasconsum automatisch.

In Fig. 338 ist ein Westinghouseregulator im Querschnitte ersichtlich. Er besteht aus einer Kapsel *C*, einem Diaphragma *D*, aus dem Sicherheitsventil *B*, letzteres mit der Einströmungsöffnung *A* und Ausströmungsöffnung *E*. Hieraus ist ohne Weiteres die Functionirung ersichtlich. Bei *A* strömt das Gas ein, und wenn der Druck zu stark ist, so wird das Diaphragma *D* gehoben und durch

[1]) Crew: „A practical Treatise on Petroleum.“

Hebelübertragung auf das Ventil B die Gaszufuhr und somit die Gasausströmung regulirt. Bei ungenügendem Druck resp. Gaseinstellung geht das Gewicht G und somit das Diaphragma D herunter, wobei das Ventil ganz schließt

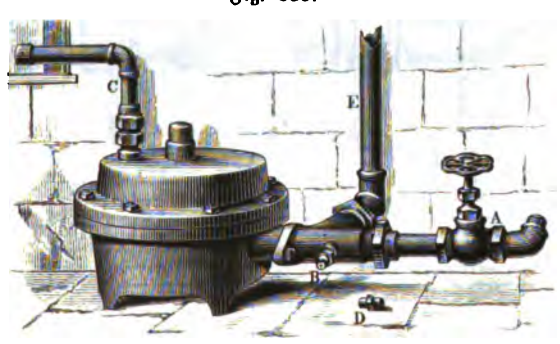
Fig. 338.



und damit die Verbindung zwischen A und E aufhebt. Fig. 339 ist die äußere Ansicht dieses Apparates dargestellt.

Für Fabrikszwecke ist die Einrichtung dieser Regulatoren in folgender Weise getroffen: Fig. 340, a. f. S., stellt einen solchen Fabriksregulator dar; A ist

Fig. 339.



der eigentliche Regulator, B und C der Belastungshebel mit dem Belastungsgewicht. Bei D strömt das Gas in den Regulator ein, welcher durch das Ventil G regulirbar ist, bei A strömt es aus dem Regulator durch das Rohr F aus. J zeigt den jeweiligen Druck an. Das überschüssige Gas strömt durch E aus.

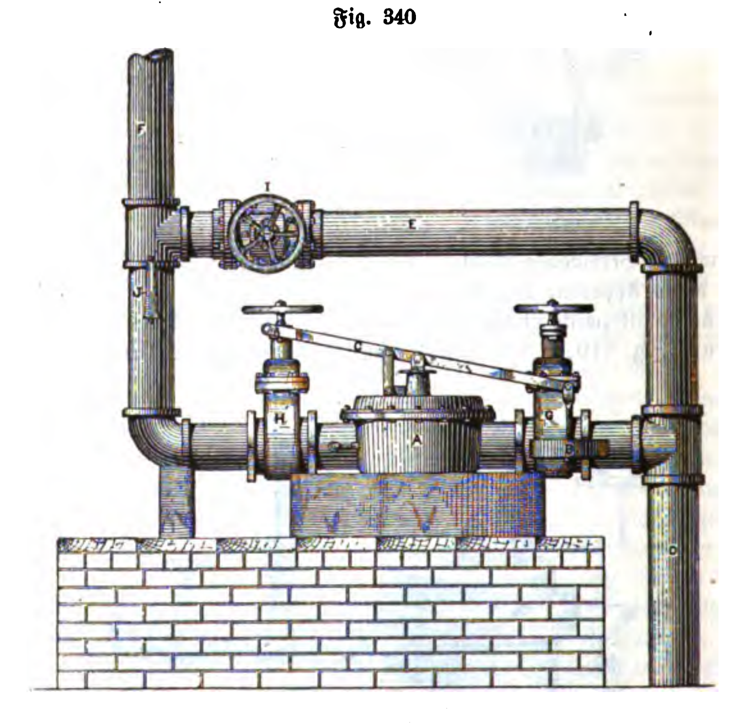
Diese Regulatoren haben sich nahezu im ganzen Pittsburger District bewährt, wo sie von sämmtlichen Gesellschaften eingeführt wurden.

In den Fig. 341 bis 355, a. S. 513, finden sich die schematischen Darstellungen einer ganzen Reihe von Oefen, die für das Erdgas eingerichtet sind. Ersichtlich gemacht sind speciell nur die Richtung des Gas- und Lufteintrittes in den

Verbrennungsraum. Eine der größten Schwierigkeiten bei Verwendung des Erdgases sind die Kohlenablagerungen in den Canälen. Bei schlechter Construction der Oefen sind diese binnen weniger Stunden mit Kohle verlegt. Die Ursache ist stets eine ungenügende oder unrichtige Luftzufuhr, denn auch bei Luftüberschuß sind diese Ausscheidungen wahrnehmbar, und deshalb gleichfalls auf ein unvollständiges Verbrennen des Gases zurückzuführen. In solchen Fällen genügt es, vor der Inbetriebsetzung einen kräftigen Luftstrom durch die Canäle zu leiten.

Fig. 341 ist ein gewöhnlicher Puddelofen, der anfänglich für Kohlenheizung eingerichtet war und jetzt Gasheizung besitzt. Rost und Feuerbrücke sind entfernt. Das Gas tritt durch vier Stück 22 cm-Rohre ein, entzündet sich,

Fig. 340



umspült die Wände *A* und *B* und tritt in den Schmelzraum. Bei *b* tritt die Luft durch ein 75 cm-Rohr ein und mischt sich mit dem verbrennenden Gase. Der Ofen verarbeitet 8 bis 9 Tonnen Eisen in 10 Stunden, bei einem Gasdruck von 300 g.

Fig. 342 ist ein direct wirkender Puddelofen mit einer geneigten Mauer *A*, die das Gas und die Luft besser vermischt. Fig. 343 ist ein continuirlich wirkender Regenarativofen. Das Gas tritt durch vier Stück 22 cm-Rohre oberhalb der Feuerbrücke ein, während die Luft unterhalb des Ofens (ehemaligen Aschenfall) durch einen Heizraum eintritt, sich dort vorwärmt und sich dann mit dem brennenden Gase bei der Feuerbrücke mischt.

Fig. 344 ist ein gewöhnlicher Puddelofen. Das Gas tritt bei *a*, die Luft bei *B* ein.

Fig. 345 und 346 ist die Einrichtung eines Ofens, der auf dem Principe der Argandbrenner beruht, indem die Luft in die Mitte der Flamme eintritt. Bei *B* strömt die Luft ein, umspült ein Ziegelgewölbe und steigt nach aufwärts zwischen den Brennern *a a a*. Diese Einrichtung soll sich sehr gut bewähren.

Fig. 341 bis 355.

Aehnlich ist die Einrichtung bei dem Ofen (Fig. 347) Nr. 1 und Nr. 2. Hier tritt die Luft in der Mitte und an den Seiten der Flamme ein. Der Ofen soll ausgezeichnete Resultate geben und frei von Ablagerungen ꝛc. sein. Das Gas tritt in den Ofen bei *a* resp. *c* durch zwei Stück 75 cm-Rohre ein, während die Luft bei *B* eintritt.

Fig. 348, 349 und 350 sind gleichfalls Regenerativöfen mit offenen Schmelzwannen, Fig. 351 ist ein Blechhitzofen. Das Gas tritt in der Mitte

unten bei *a* ein, strömt bei den kleinen Oeffnungen aus und das brennende Gasgemisch steigt auf und vertheilt sich über die ganze Ofenfläche.

Fig. 352, Nr. 1 und Nr. 2, sind Metallschmelzöfen, Fig. 353, 354 und 355 sind Dampfkessel mit Gasheizung, bei *a* tritt das Gas hinein, bei *b* die Luft.

Verbreitung in allen anderen Ländern.

Das Vorkommen von Erdgas in allen anderen Oelgebieten der Erde ist nur von ganz untergeordneter Bedeutung, ohne industrielle Verwerthung zu finden. So sind die Oelterrains wie auch die Erdwachsgruben in Galizien durch den Ausbruch größerer Gasmengen charakterisirt. Neben trockenen Gasausbrüchen sind in der Erdwachszone von besonderem Interesse und Wichtigkeit die sogenannten Matkas [1]), d. h. Gasausbrüche, mit denen ein massenhaftes Aufdrängen von Erdwachs verbunden ist. Diese Matkas erfolgen häufig mit so großer Gewalt und Schnelligkeit, daß die in den Schächten beschäftigten Arbeiter sich nicht retten können, von Wachs vollständig eingesponnen werden und verunglücken. Außer diesen Matkas kommen in Boryslaw auch vereinzelt Kohlenwasserstoffverbindungen vor, welche mit „schlagenden Wettern" bezeichnet werden, sie machen die Anwendung der Davy'schen Sicherheitslampe nothwendig und veranlaßten, wie in Dwiniacz im Jahre 1870, heftige Explosionen. Das Vorkommen von „ewigen Gasbrunnen" bei Krosno, Iwonicz ꝛc. ist schon alten Datums, doch finden diese Gase gar keine Anwendung. In jüngster Zeit (27. August 1891) stieß man in Potok bei Krosno in einer Tiefe von 240 m auf eine mächtige Gasquelle, deren Getöse bis auf 10 km hörbar war, zur Stunde ist der Gasausfluß noch enorm.

Nach Angaben von Engler [2]) strömen in unmittelbarer Nähe der Erdölraffinerie Le Bel in Pechelbronn (Elsaß) Gase aus dem Boden, welche brennbar sind (Le Bel benutzte die Gase für Heizzwecke in seinem Laboratorium) und welche meistens gleichzeitig mit Salzwasser hervortreten. Der Gasstrom ist meist kein kräftiger, mit ganz geringen Schwankungen treten jedoch die Gasblasen mit dem salzigen Wasser continuirlich zu Tage. Man kann das ausströmende Gas über dem Wasser entzünden, wobei es mit nicht stark leuchtender Flamme brennt. Die Gase zweier solcher Quellen wurden analysirt und ergaben folgende Resultate in Volumprocenten:

Salzwassergas Nr. 1.

	I.	II.	III.	im Mittel
Sumpfgas	73,6	74,2	73,4	73,9
Olefine	4	4,1	4,0	4,0
Kohlensäure	2,2	2	2,2	2,2
Kohlenoxyd	3,0	3	3,2	3,0
Stickstoff (Rest) . .	17,2	16,7	17,2	16,9

[1]) L. Strippelmann: „Die Petroleumindustrie Oesterreich-Deutschlands", 2. —
[2]) „Das deutsche Erdöl." Verhandl. d. Vereins z. Beförder. d. Gewerbefl. 1887, Novemberheft.

Salzwassergas Nr. 2.

Sumpfgas	68,2 Proc.
Olefine	3,4 „
Kohlensäure	2,9 „
Kohlenoxyd	3,7 „
Sauerstoff	4,3 „
Stickstoff	16,9 „

Außer diesen Salzwassergasen tritt nun bei Pechelbronn noch eine zweite Sorte Gas zu Tage. Sie besteht aus den Gasen, die mit dem Springquellenöl herausquellen, und zwar in solcher Menge, daß das Oel oft vollkommen schaumig wird, so daß man diesem Gas einen besonderen Ausweg schaffen muß. Nach Untersuchungen von Engler ergaben diese Gase:

Erdölgas Nr. 3.

	I.	II.	im Mittel
Sumpfgas	77,3	77,3	77,3
Olefine	4,8	4,8	4,8
Kohlensäure	3,6	3,6	3,6
Kohlenoxyd	3,5	3,4	3,45
Sauerstoff	1,8	2,0	1,9
Stickstoff (Rest)	8,9	9,0	8,95

Außerdem kommt in unbedeutenden Mengen Erdgas noch in Rumänien, Italien (die alten Gasquellen von Veleja) und anderen Gegenden vor.

Eine ganz untergeordnete Verwendung findet das Erdgas zur Erzeugung von sogenanntem „Lampenruß“.

In Amerika finden die Gase einiger Quellen Anwendung hierzu [1]). Neff erzeugte zuerst durch unvollständige Verbrennung des Gases ein ausgezeichnetes Product, welches er unter dem Namen „Diamantschwarz“ auf den Markt brachte. Das Gas hatte folgende Zusammensetzung [2]):

Sumpfgas	81,4 Proc.
Aethylen	12,2 „
Stickstoff	4,8 „
Sauerstoff	0,8 „
Kohlenoxyd	0,5 „
Kohlensäure	0,3 „
	100,0 Proc.

Neff verbrannte mit 1800 eigens construirten Brennern täglich 8000 cbm Gas und erhielt daraus 16 Proc. Flammruß. Das specifische Gewicht des letzteren war 1,729 bei 17° C. Die Elementaranalyse ergab:

[1]) Peter Neff: Dingl. polyt. Journ. 231, 177. — [2]) Chem. News 38, 94, 1878.

I. C = 96,041; H = 0,736;
II. C = 96,011; H = 0,747.

Das Gas, welches noch im Flammenruß absorbirt war und mit einer Sprengel'schen Luftpumpe ausgepumpt wurde, bestand aus:

$CO = 1,0387$; $N = 0,776$;
$CO_2 = 1,368$; $H_2O = 0,682$.

Außerdem enthielt der Flammruß 0,024 Proc. eines hellgelben Kohlenwasserstoffes, in Alkohol löslich und mit einem Siedepunkt von 215 bis 225°. Die Asche enthielt geringe Spuren von Eisenoxyd und Kupfer, von den Brennern herrührend.

Die Fabrikation hat durch die Concurrenz seither an Bedeutung abgenommen, indem jetzt die Rückstände der Erdölfabrikation und die der Theerproducte ein unerschöpfliches Rohmaterial für diese Fabrikation bilden.

Carburirgas.

Einen Uebergang zu dem Naphta- resp. Oelgas bildet das carburirte Gas, welches aus nichts Anderem als einer mit den leichtflüchtigsten Kohlenwasserstoffen gesättigten atmosphärischen Luft oder Gas besteht. Bei Verwerthung der Erdölproducte (siebentes Capitel) wurde über diese Verwendungsart der leichtflüchtigsten Kohlenwasserstoffe gesprochen. Die Idee der Carburirung reicht bis in den Anfang der 50er Jahre zurück [1]). Ein Patent aus dem Jahre 1856 besteht in der Verwendung von Benzol, Aether oder Terpentinöl als Saturationsmittel von Luft zur Erzeugung von Leuchtgas [2]). Das Princip zahlreicher Patente besteht heute noch darin, daß man Luft oder Kohlenwasserstoffe von geringer Leuchtkraft durch Gefäße (Carburateure) treibt, in denen sie sich mit den darin enthaltenen Kohlenwasserstoffen sättigen; 6,8 bis 10 Liter Petroleumäther oder 13,6 bis 27,2 Liter Gasolin genügen, um 28,3 cbm Luft in ein Leuchtgas zu verwandeln.

Die Carburirung von Luft und Gas bildete den Gegenstand zahlreicher Untersuchungen [3]). Ein interessanter Versuch ergab folgende Resultate. Verwendet wurde Petroleumäther vom specif. Gew. 0,655 bei 13° C.; die Luft wurde einfach aus einem Gasometer durch eine Waschflasche, in der sich der Petroleumäther befand, in der Weise getrieben, daß per Stunde 0,169 cbm durchströmten, hierbei entnahmen je 0,028 cbm Gas circa 42 g Petroleumäther resp. 28,3 cbm Luft, 72,64 Liter Flüssigkeit, die 28,3 cbm Luft, nachdem sie carburirt wurden, vermehrten sich auf 37,37 cbm. In gleicher Weise behandelt, nahm Gas von 17,10 Kerzen $1/_2$ g auf, somit 28,3 cbm Gas, 57,15 Liter Petroleumäther, wobei die 28,3 cbm Gas in 34,17 cbm carburirtes Gas umgewandelt wurden. Die carburirte Luft hatte ein specif. Gew. von 1,396 (Luft gleich 1).

Das carburirte Gas, mit dem ursprünglichen specif. Gew. von 0,434 (Luft gleich 1), hatte 1,045 specif. Gew.

---

[1]) Journ. Soc. Arts 11, 509; ebendaselbst 520. — [2]) Jahresber. 1856, S. 422. — [3]) Engineering 1879.

Die photometrischen Versuche ergaben für carburirtes Gas bei 14,59 Kerzen einen Consum von 0,058 cbm per Stunde, resp. 0,1415 cbm ergaben 30,4 Kerzen.

Carburirte Luft verbrauchte 0,096 cbm per Stunde bei 16,59 Kerzen, resp. 0,1415 cbm carburirte Luft ergaben 23,07 Kerzen.

0,03 cbm	Gas, bei 10 cm hoher Flamme, brannte . . .	5 Min.	45 Sec.
0,03 „	carburirtes Gas, bei 10 cm hoher Flamme, brannte	16 „	38 „
0,03 „	carburirte Luft, „ 10 „ „ „ „	11 „	24 „.

B. Loomis leitet zur Carburirung von Generator- oder Wassergas, dasselbe mit fein zerstäubtem Oel gemischt, durch eine Reihe von Retorten oder eine Carburirkammer, welche durch einen Theil des Generatorgases geheizt wird, und wandelt dadurch das Gemisch in ein haltbares Leuchtgas um.

Oelgas.

Aus den Rückständen der Erdöldestillation und gewissen Destillationsproducten, dem Blau- und Grünöl, wird durch Zersetzung gleichfalls Gas erzeugt. Blau- und Grünöl sind Destillationsproducte, die aus minderwerthigen Petroleumrückständen gewonnen werden und ihren Namen nach ihrer starken Fluorescenz, die bei dem ersteren Oel ins Blaue, bei dem letzteren ins Grüne spielt, führen. Das specifische Gewicht dieser Producte schwankt zwischen 0,870 bis 0,905. Ihres geringen Schmierwerthes und starken Geruches wegen finden sie nur Verwendung zur Wagenfetterzeugung und in neuerer Zeit zur Oelgasfabrikation.

Die praktische Erfahrung hat gezeigt, daß das günstigste Resultat in Bezug auf die Ausbeute und auf die Leuchtkraft des Gases die schweren Kohlenwasserstoffe und speciell die Fractionen von 0,870 bis 0,890 specif. Gew. liefern. Leichtere Oele geben wohl ein größeres Volumen von Gas und zersetzen sich rascher, allein die Leuchtkraft des erzeugten Gases ist weitaus geringer, während schwerere Oele weniger Gas und sehr viel festen Rückstand in den Retorten zurücklassen, wodurch letztere rascher durch Verbrennen zu Grunde gehen. Rohpetroleum, welches viel Benzin und viel Leuchtöle enthält, ist zur Oelgaserzeugung weniger geeignet, als sogenannte schwere Rohöle, welche wenig Benzin und Leuchtöle, dagegen mehr Schweröle enthalten. Es ist dies dadurch erklärlich, daß, nachdem die Retortentemperatur sich doch stets zwischen 900 und 1000° C. bewegen muß, die Benzine und Leuchtöle unter förmlicher Verkohlung sich zersetzen, während die Schweröle eben erst richtig destillirt werden. Wenn also Rohöl zur Gasbereitung Verwendung finden soll, dann eignen sich solche Rohöle am besten, welche für die Leuchtölfabrikation nicht geeignet sind. Der Nachtheil bei der Verwendung von Rohöl gegenüber destillirtem Schweröl ist übrigens auch der, daß ersteres einen starken Graphitrückstand in der Retorte zurückläßt, was bei letzterem nicht der Fall ist.

Die Erzeugung von Gas aus diesen Abfällen ist eine wesentlich billigere und einfachere als die aus Steinkohlen, auch sind die Anlagekosten einer solchen Gasfabrik um mehr als die Hälfte geringer als die einer Steinkohlengasfabrik von gleicher Leistungsfähigkeit.

Das Oelgas zeichnet sich dem Steinkohlengas gegenüber durch größere Leuchtkraft aus. Es brennt weiß und bei entsprechender Reinigung vollkommen geruchlos. Es enthält vier- bis fünfmal so viel Aethylen und homologe Kohlenwasserstoffe als das Steinkohlengas. Nach einer Untersuchung von A. Hilger hat das Oelgas die folgende Zusammensetzung:

Specifisches Gewicht des Gases	0,724
Schwere Kohlenwasserstoffe	28,91 Proc.
Leichte "	54,92 "
Wasserstoff	5,65 "
Kohlenoxyd	8,94 "
Kohlensäure	0,82 "
	99,24 Proc.

S. Lamansky[1]) als Vorsitzender einer Commission, der russisch-technischen Gesellschaft in St. Petersburg, „zur Untersuchung und Anwendbarkeit des Naphta- oder Erdölgases", theilt die Ergebnisse dieser Studien mit.

„Das Oelgas weist nach Rudnew so gut wie keinerlei Schwefel-, Ammoniak- und Kohlensäureverbindungen auf. Es ist in Folge dessen den lebenden Wesen weit weniger schädlich als das Steinkohlengas. Selbst bei den strengsten Kälten friert es nicht ein und nimmt die Leuchtkraft nur unbedeutend ab. Die Dauer der Aufbewahrung beeinträchtigt die Qualität desselben in keiner Weise. Das specifische Gewicht der von der Commission untersuchten Gase wurde in einem Bunsen'schen Apparate bei Zimmertemperatur bestimmt. Es schwankte zwischen 0,67 und 0,88. Ebenso wurde die Lichtstärke mit dem Photometer von Bunsen bestimmt. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Resultate als Mittel von mehreren Bestimmungen, von denen jede wieder von mehreren Beobachtern gleichzeitig angestellt und daraus das Mittel notirt wurde. Als Lichteinheit diente eine Spermacetkerze von 45 mm Flammenlänge.

Naphtagas aus der Fabrik	Specifisches Gewicht des Naphtagases	Gasverbrauch in einer Stunde auf eine Lichtstärke in Cubikmetern	
		im Argandbrenner	im Schnittbrenner
der Expedition (s. erste Tabelle)	0,73	0,0030	0,0041
von Kusnezow in Petersburg	0,75	0,0031	0,0027
von Petrow und Tokarew	0,88	0,00254	0,0028
bei der mechanischen Fabrik von Nobel	0,82	0,0030	0,0028
bei der Fabrik von Siemens u. Halske'schen Regenerativbrennern in Petersburg	0,85	0,0041	0,00424
der Kalnikni'schen Bierbrauerei	0,67	0,00389	0,00398

[1]) Dingl. polyt. Journ. 1887, 265, 565.

Der mittlere stündliche Verbrauch von Naphtagas für eine Lichtstärke beträgt 0,00299 cbm bei einem Argandbrenner und 0,00302 cbm bei einem Schnittbrenner. Der Preis des Gases ließ sich natürlich nicht genau feststellen, indem er mit dem Rohmaterial ꝛc. schwankte. Immerhin zeigt sich nach den mitgetheilten Einheitspreisen, daß bei einem Brenner von 15 bis 17 Lichtstärken per Stunde 45 Liter Naphtagas und 150 Liter Steinkohlengas consumirt werden, somit die Beleuchtungsstunde auf 2,3 Pfennige für Oelgas und 4,47 für Steinkohlengas zu stehen kommt.

Die nachfolgende Tabelle giebt eine Uebersicht über Resultate, die in den in Petersburg befindlichen Naphtagasfabriken gewonnen, und von den Fabriken der Städte Kasan, Jalta und Wirballen und der Petersburger Gummimanufactur mitgetheilt wurden.

Leuchtgasfabrik	Material der Gasgewinnung	System der Oefen	Productionsmenge des Gases in Cubikfuß [1])	Gasausbeute aus 1 Pud [2]) in Cubikfuß	Specifisches Gewicht des Gases
Kasan	Naphtarückstände	Hirzel	25 000 bis 75 000 täglich	340 bis 370	0,74 bis 0,76
Expedition zur Fertigstellung der Reichspapiere	Naphta aus Baku von 0,85 specif. Gew.	Eigenes System der Fabrik	7 834 800 jährlich	336,75	—
Jalta	Naphta aus Noworossijsk	—	2 461 000 jährlich	330	—
Wirballen	Naphtarückstände	Pintsch	1 037 330 jährlich	307,2	0,73
Kalniknische Bierbrauerei	1 Thl. Naphtarückstände und 2 Thle. Gastheer	Pintsch	1 800 000 jährlich	337	0,67
Nikolajewsches Cadettencorps	Gastheer von 0,87 specif. Gew.	Petrow und Tokarew	—	350	0,88
Mechanische Fabrik von Nobel	Naphtarückstände	—	—	330 bis 360	8,82
Gummimanufactur	Naphtarückstände	—	1 952 600 jährlich	291,25	—

[1]) 1 Cubikfuß russisch gleich 0,0283 cbm. — [2]) 1 Pud gleich 40 russische Pfund; 1 russisches Pfund gleich 409,5 g.

Die Ausbeute an Naphtagas beträgt nach obiger Tabelle im Mittel 331 Cubikfuß aus 1 Pud Naphta bezw. Naphtarückständen, oder, in runder Zahl, 1000 Cubikfuß aus 3 Pud Rohmaterial; 100 kg des letzteren gaben also 50 cbm Naphtagas. Die Menge des von der Gaserzeugung zurückbleibenden Theeres ist sehr verschieden. In der Fabrik der Expedition beträgt sie 20 Proc., von denen zwei Fünftel in der Hydraulik und drei Fünftel in den Waschapparaten und Condensatoren sich ansammelten. In der Fabrik zu Kasan bleiben 30 bis 35 und in jener der Gummimanufactur 30 Proc. Theer zurück.

In der Gasfabrik der Expedition zur Fertigstellung von Reichspapieren in Petersburg sind acht Gasöfen vorhanden, jeder mit vier horizontalen gußeisernen, mit einer Schamottemasse bedeckten, etwas zusammengerückten, cylinderförmigen Retorten versehen, die eine Länge von etwa 2 m und einen Durchmesser von 228 mm haben. Eine solche Retorte bleibt 7 bis 8 Monate hindurch, eine Retorte ohne Schamotteüberzug nur 3 bis 4 Monate lang im Betriebe. Bei der Gasgewinnung wurden die Retorten bis zur Kirschrothgluth erhitzt, was durch Luken zu beobachten ist. Der Zufluß der Naphta wird in der Weise regulirt, daß der Gasdruck 75 bis 100 mm beträgt. An Brennmaterial zu den Oefen werden zur Vergasung von 1 kg Naphta oder Rückständen folgende Mengen verbraucht:

In der Fabrik der Expedition	1,4 bis 1,5 kg	Coaks,
„ „ „ in Wirballen	1,5 „	„
„ „ „ der Bierbrauerei	1,7 „	„
„ „ „ in Jalta	1,0 „	Steinkohle,
„ „ „ der Gummimanufactur	1,5 „	„

Die Kohlen sollen sich sehr vortheilhaft durch Gastheer ersetzen lassen; nach Versuchen von Dormitontow ist zur Vergasung von 1 kg Naphtarückständen 1 kg Theer erforderlich.

Die das Naphtagas in die aus Eisenblech construirte Hydraulik leitenden Röhren haben gewöhnlich einen Durchmesser von 100 bis 150 mm. Die Condensatoren sind natürlich sehr verschieden angeordnet, doch müssen sie viel sorgfältiger construirt werden als bei Steinkohlengasgewinnung, weil das Naphtagas bei niedrigeren Temperaturen erhalten wird und viel mehr von schwer condensirbaren Kohlenwasserstoffdämpfen enthält als Steinkohlengas.

Zur Reinigung des Naphtagases waren in der Fabrik der Expedition in einem Jahre (1884) bei einer Production von 215 196 cbm 4075 kg Kalk und 815 kg Eisenvitriol verbraucht worden; in Wirballen 5982 kg Kalk für 26 990 cbm und in der Kalinkin'schen Bierbrauerei 1464 kg Kalk für 50 967 cbm Gas."

Bezüglich der fabriksmäßigen Gewinnung des Oelgases beruhen die verschiedenen in Anwendung stehenden Systeme auf gleichem Principe.

Das Oelgas wird auf dem Wege der trockenen Destillation gewonnen, indem man das Oel in gußeisernen, liegenden oder stehenden Retorten bis zur Kirschrothhitze (900 bis 1000°) zersetzt. Eine solche Gasanlage besteht aus einem Ofen, worin die Retorten sich befinden, aus einem oder mehreren Condensatoren, welche die Bestimmung haben, die den Retorten entströmenden Theerdämpfe niederzuschlagen,

aus einem Wäscher und aus einem oder mehreren Reinigern, wovon der erstere auf mechanischem, der letztere auf chemischem Wege das Gas reinigt, ferner aus einem Gasmesser behufs Messung der Gasproduction, aus einem Gasbehälter, aus einem Druckregulator zum Zwecke der gleichmäßigen Vertheilung des Gases und Vermeidung des Gasverlustes und einem Manometerkasten zur Ueberwachung des Destillationsganges. Alle diese Apparate erfordern keine besonderen Baulichkeiten und können überall aufgestellt und gehandhabt werden.

Die Herstellung des Gases ist eine so einfache, daß sie durch einen einzigen Betriebsarbeiter zu bewerkstelligen ist, und da eine Retorte, je nach ihrer Größe, 15 bis 25 cbm Gas per Stunde liefern kann, mithin die Füllung des Gasbehälters nur wenige Stunden in Anspruch nimmt, kann der Betrieb jeden Augenblick unterbrochen werden.

Es ist übrigens ein Irrthum, anzunehmen, daß das Oelgas nicht einer größeren chemischen Reinigung bedarf, und aus diesem Grunde ist die Mehrzahl der sogenannten „billigen“ Oelgasapparate für die Praxis und hauptsächlich für einen stärkeren Betrieb ungenügend. Oelgas muß mindestens 40 bis 45 qm Reinigungsfläche pro 50 cbm stündlichen Consums und $8^1/_2$ qm Condensationsfläche pro 50 cbm stündlichen Durchgangs haben, um vollständig frei von Theer, Ammoniak und Schwefel zu sein.

Die meisten der billigen Oelgasapparate haben nur Condensations- resp. mechanische Reinigungsapparate, aber keinen Wäscher und keinen Reiniger, welcher mit Luxmasse oder Raseneisenerz gefüllt ist, und liefern demnach ein röthliches, bei der Verbrennung starken Geruch verbreitendes Licht. Gut gereinigtes Oelgas darf wohl im unverbrannten Zustande Geruch, aber bei der Verbrennung keine schweflige Säure, sondern Kohlensäure und etwas Wasserdampf erzeugen. Den wichtigsten Theil der Anlage bildet die Retorte, die im Verlaufe der Zeit verschiedene Formen angenommen hat und die Grundlage zahlreicher Systeme bildet.

Nach Grotowsky[1]) haben Gasapparate mit liegenden Retorten folgende Einrichtung, welche aus den Figuren 356 bis 359, a. S. 522 und 523, näher ersichtlich ist.

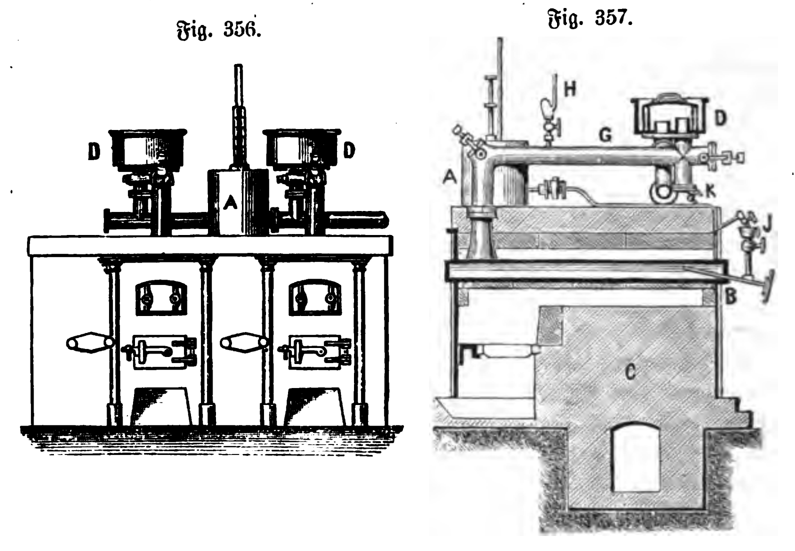
In dem gemauerten Ofen *C* sind die gußeisernen Retorten *B* eingezogen, welche zur Rothgluthhitze erwärmt werden, worauf denselben durch die Einlaufvorrichtung *J* das Oel aus dem Blechgefäße *A* zugeführt wird. Die Gase und Theerdämpfe steigen durch entsprechende Rohre in das Gefäß *D*, in welchem sich eine Theerschicht befindet, um den Rücktritt des Gases in die Retorten zu verhindern. Von hier aus tritt das Gas in die Condensatoren *E*, in denen es durch den eingefüllten Coaks von den condensirbaren Theertheilen befreit wird. Das Gas passirt dann den Rückverschluß *F*, welcher den Zweck hat, das Zurücktreten des Gases zu verhindern, und geht von hier in den Gasometer. Das Manometer *H* dient dazu, den Druck beim Austritt des Gases aus der Retorte zu messen. Die Probirhähne *K* dienen zur Beurtheilung einer gleichmäßigen Gaserzeugung, um die Farbe des Gases zu controliren und um den im Rohre *G* niedergeschlagenen Theer herauszulassen.

---

[1]) C. Schädler: „Die Technologie der Fette und Oele.“

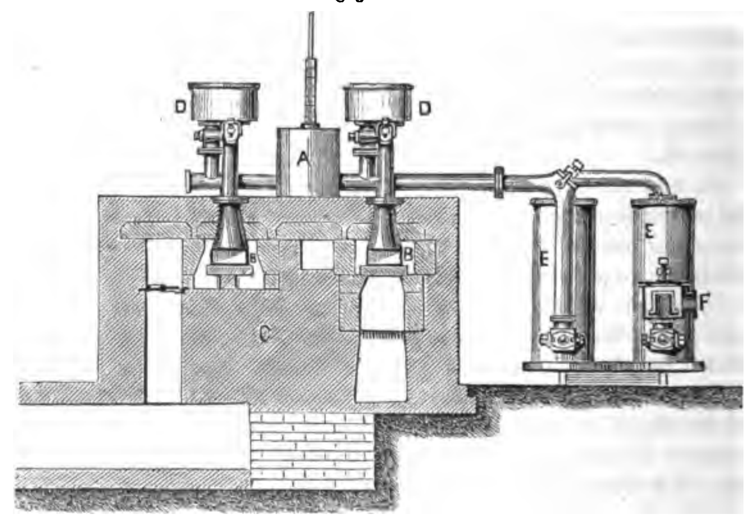
Die Hauptsache ist, eine gleichmäßige Ziegelrothglühhitze beim Arbeiten zu erreichen, die durch Manipulation mit den Zügen ꝛc. leicht zu erhalten ist. Bei

Fig. 356. Fig. 357.



einer unregelmäßigen Erhitzung der Retorten können diese Sprünge und Risse erleiden, welche Gasverluste ꝛc. verursachen. Ist die Retorte wenig erhitzt, so

Fig. 358.



bildet sich sehr viel Theer in den Condensatoren und das Oel hat nicht seine sämmtlichen zur Erzeugung geeigneten Stoffe hergegeben. Wird die Retorte stark überhitzt, so findet eine zu starke Coaksausscheidung statt.

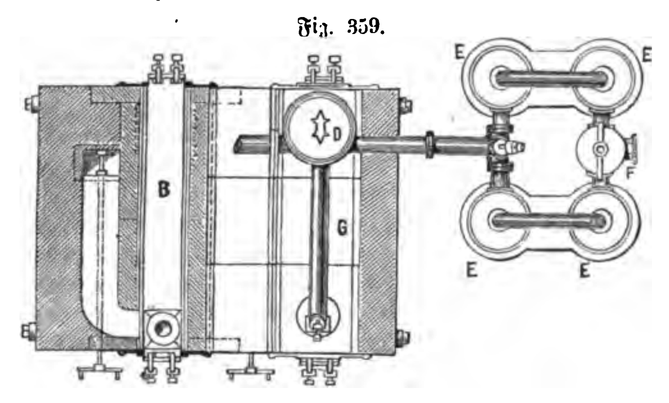
Die Ausbeuten bei gleichem Vergasungsmaterial sind lediglich von der Temperatur abhängig, die bei der Arbeit gewählt wird. Je niedriger die Temperatur, desto weniger, jedoch desto stärker leuchtendes Gas wird erzielt; je höher die Temperatur, desto mehr, aber desto weniger leuchtendes Gas ist das Ergebniß.

Zeichen einer richtigen und gleichmäßigen Gaserzeugung sind:

1. die gleichmäßige Kirschrothglühhitze der Retorten;
2. hellbraune Farbe des Gases an den Probirhähnen;
3. verhältnißmäßige Theererzeugung, dieselbe beziffert sich auf 26 bis 30 Proc. und darf 33 Proc. nicht übersteigen;
4. geringe Erwärmung des Theercondensators.

Eine stehende Gasretorte ist 1870 von Hübner construirt, durch Schumann verbessert und zuerst in Rehmsdorf zur Anwendung gebracht worden [1]).

Fig. 359.



Es ist eine gußeiserne, nach unten sich verjüngende Retorte, deren Dimensionen im Allgemeinen den beanspruchten Leistungen entsprechend gewählt werden. Ein schmiedeeisernes Einhängerohr, dessen Durchmesser nach der Gasproduction gewählt wird, dient zur Abführung des Gases. Die Retorte ist mit einer Reihe Einlaßtrichter für das Oel mit Sperrung versehen. Dann sind Reinigungsvorrichtungen zum Ausstoßen von Ruß ꝛc. vorhanden. Gewöhnlich ist die Retorte theilweise oder auch ganz mit Schamotteumkleidung versehen. Die Erzeugung des Gases geschieht wie bei den liegenden Retorten.

Angeblich sind die Vorzüge der stehenden Retorte gegenüber der liegenden die folgenden:

Die stehende Retorte gestattet bei gleich großer Wandfläche wie die liegende, innerhalb eines gewissen Zeitraumes, einen viel stärkeren Oeleinlaß als letztere, weil das Oel sehr gut an verschiedenen Stellen den glühenden Wandungen zugeführt und die gebildeten Oeldämpfe leicht in größerer Berührung mit denselben gehalten werden können. In Folge dessen ist die stehende Gasretorte viel leistungsfähiger als die liegende.

---

[1]) C. Schädler: „Die Technologie der Fette und Oele.“

Die Gasausbeute aus der stehenden Retorte ist eine gleichmäßigere und größere, weil die Vergasung eine vollständigere ist und theerige und asphaltartige Rückstände sich in der Retorte nicht ansammeln.

Der Verbrauch an Brennmaterial zur Erzeugung eines gewissen Gasquantums ist bei den stehenden Retorten viel geringer als bei den liegenden.

Von den in neuerer Zeit construirten Apparaten ist der Hirzel'sche Oelgasapparat mit Kugelretorte und Gasvermehrer, der in den Fig. 360 und 361 dargestellt ist, zu erwähnen.

A ist der Ofen für die Gasretorte *B*, welche mittelst der syphonartigen Vorrichtung *a* vom Oelreservoir *L* mit dem Gasöl derart gespeist wird, daß fortwährend nur so viel Oel in die erhitzte Retorte gelangt, als sich auf einmal in derselben in Gas zu zersetzen vermag, so daß die Retorte stets leer bleibt und man jeden Augenblick die Gasbereitung dadurch unterbrechen kann, daß man den Abschlußhahn des am Oelreservoir *L* befindlichen Ablaufrohres schließt. *R R* sind Manometer, welche den Gasdruck in der Retorte und dem Condensator anzeigen.

Durch das Rohr *D* steigt das in der Retorte entstehende Gas und gelangt in den auf dem Ofen aufgestellten Theercylinder, die sogenannte Hydraulik *E*, in welcher es zunächst durch eine Theerschicht treten muß. Diese Theerschicht bildet einen vollständig sicheren Abschluß für das in die Hydraulik einmündende Rohr *D*, so daß unmöglich Gas aus dem Gasbehälter in die Retorte zurückströmen kann; auch vermindert sich diese Theerschicht nie. Damit aber andererseits die Theerschicht nicht zunehmen kann, also stets auf demselben Niveau bleibt, geht vom Flüssigkeitsspiegel der Hydraulik *E* seitlich das Hauptrohr *F* ab, durch welches zugleich mit dem fortströmenden Gase der überflüssige Theer nach dem mit Coaks angefüllten Blechcondensator *G* abfließt. Von dem Condensator aus geht das Gas noch durch einen mit einer entsprechenden Reinigungsmasse gefüllten besonderen Reinigungsapparat *I*, in welchem es von allen Verunreinigungen befreit wird und aus diesem Reinigungsapparate gelangt dasselbe bei geöffnetem Haupthahn *K* in den Gasometer.

Zur Erhöhung der Gasausbeute besitzt der Hirzel'sche Apparat einen sogenannten Gasvermehrer, bestehend aus einer verticalen, U-förmigen Retorte *S*, die vollständig mit kleinen Coaksstückchen gefüllt ist und mit den Abgasen der Hauptretorte erhitzt wird. Aus einem Gefäße *M* tropft durch das Syphonrohr *Q* Wasser in den einen Schenkel der Retorte *S*. Es bildet sich Wassergas, welches sich mit den Oeldämpfen mischt und so die Gasausbeute erhöht.

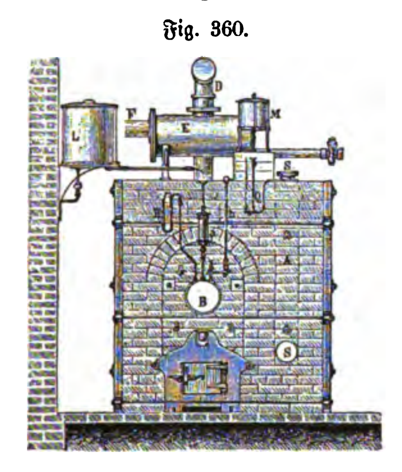
Der Ofen von R. Schwarz besitzt eine durch eine endlose Kette bewegliche Retorte. Das Oel tritt in die erhitzte Retorte ein und beschreibt in der rotirenden Retorte einen Spiralweg, so daß demselben fortwährend neue Vergasungsflächen dargeboten werden.

D. H. Knapp (D. R.-P. Nr. 51 641) wendet zwei in einander befestigte Retorten an, in der inneren werden die Oele verdampft, im Zwischenraum zwischen der äußeren und inneren vergast.

Als eine unstreitig bewährte Construction muß die Doppelretorte von Julius Pintsch bezeichnet werden. Dieselbe besteht aus zwei Halbcylindern, von denen der obere das zugeführte Oel vergast, während der untere das daraus

gewonnene Gas nochmals erhitzt, wodurch die Condensation auf ein Minimum reducirt und in Folge dessen die Gasausbeute auf ein Maximum erhöht wird.

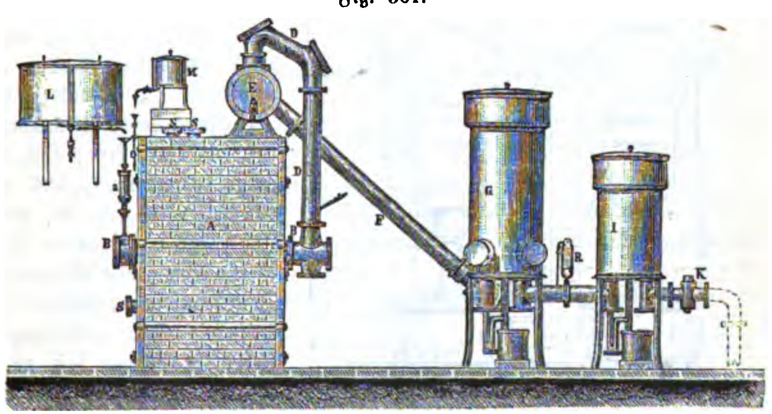
Fig. 360.



Ein weiterer wichtiger Vorzug besteht in der Verbindung der Retorte mit der Vorlage mittelst Kugelbewegung, wodurch die Retorte selbst im intensivsten Feuer in Folge dieser Verbindung stets gerade bleibt, ohne durch Dehnungen gebogen oder gebrochen zu werden. Zur Erzeugung von comprimirten Gasen findet dieses System ausgedehnte Anwendung. Die Pintsch'sche Retorte — in Oesterreich-Ungarn, ausgeführt durch die Actiengesellschaft für Wasserleitungen, Gas- und Heizanlagen in Wien — eignet sich besonders zur Erzeugung von permanentem Gas für Waggonbeleuchtung.

Alle übrigen Systeme, welche einfache Retorten von 0,8 bis 1,5 m Länge besitzen, verdampfen in der Regel nur die leichteren Oele, während die schwereren Oele unzersetzt nach der Vorlage und dem Condensator übergehen und aus dem letzteren mit dem Theer ablaufen, also verloren sind. Pintsch wurde zur Construction der Doppelretorte durch den Umstand angeregt, weil es sich ihm darum

Fig. 361.



handelte, ein Oelgas für die Waggonbeleuchtung zu erzeugen, welches sich comprimiren läßt, ohne wieder flüssig zu werden und ohne wesentlich an Leuchtkraft zu verlieren. Dies ist ihm durch Ueberhitzung in seiner unteren zweiten Retorte gelungen, denn er erhält ein permanentes Gas, welches bei seinem Waggonbeleuchtungssystem bis auf 10 Atmosphären comprimirt wird, wobei höchstens 3 bis 5 Proc. verflüssigt werden. Gleich weißes Gas, welches in einfachen

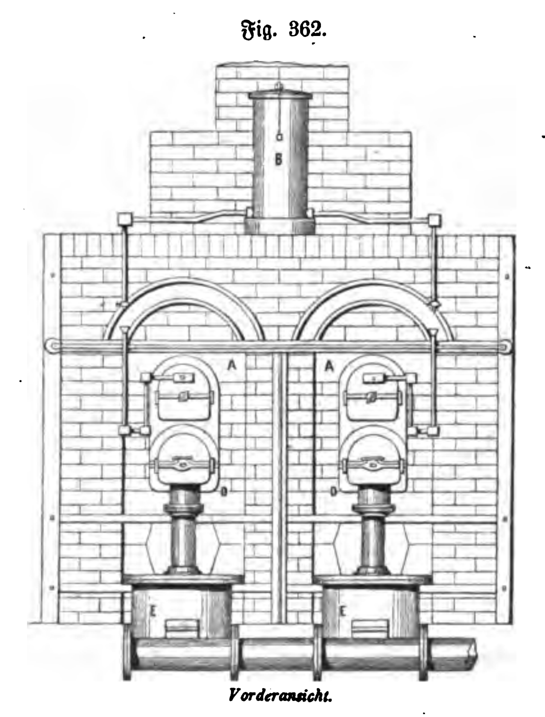
Retorten erzeugt wird, ergäbe bei gleicher Comprimirung mindestens 50 Proc. Condensationsproducte, und die Leuchtkraft wäre derart vermindert, daß bei den kleinen Waggonbrennern von 25 Liter stündlichen Consums kaum mehr als eine Kerzenleuchtkraft zu erzielen wäre. Die oben erwähnten Oele von 0,870 bis 0,890 specif. Gew. geben in Pintsch'schen Doppelretorten eine Ausbeute von 58 bis 62 cbm Gas per 100 kg, welches in entsprechend construirten Brennern folgende Leuchtkraft hat:

Bei 25 Liter stündlichen Consums	. . . . . .	5 Kerzen,
„ 30 „ „ „	. . . .	7 bis 8 „
„ 40 „ „ „	. . . .	12 „ 13 „
„ 50 „ „ „	. . . .	15 „ 18 „

und es ist aus diesen Daten leicht zu ersehen, daß ein solches Oelgas die dreieinhalb- bis vierfache Leuchtkraft von Steinkohlengas besitzt.

Die Construction des Pintsch'schen Ofens ist aus den Fig. 362 und 363 ersichtlich. Aus dem über dem Ofen aufgestellten Oelbehälter *B* gelangt das zur Vergasung bestimmte Oel, dessen Zufluß je nach der höheren oder niederen Temperatur der Retorten durch einen Hahn mit Mikrometerschraube regulirt wird, durch ein U-förmig gebogenes Rohr in die obere Retorte *A* des mit zwei über einander liegenden D-förmigen, gußeisernen Retorten versehenen Ofens, und zwar zuerst auf die in *A* befindliche Blechmulde *C*. Der Zweck dieser Blechmulde ist, das einfließende Oel so lange aufzuhalten, bis es gänzlich verdampft ist, und ferner das Reinigen der Retorten ohne große Mühe und Zeitverlust bewerkstelligen zu können. Die coaksartigen Ueberreste bleiben fast ganz in der Blechmulde zurück, und werden bei der Herausnahme der letzteren durch Abklopfen leicht entfernt. Auch gegen das vorzeitige Zerspringen der Retorten bietet diese Blechmulde einen vorzüglichen Schutz. Die in der oberen Retorte erzeugten und theilweise schon vergasten Oeldämpfe gelangen durch ein Verbindungsstück in die untere gleich große und gleich geformte Retorte *D*, in welcher die vollständige Zersetzung stattfindet.

Fig. 362.



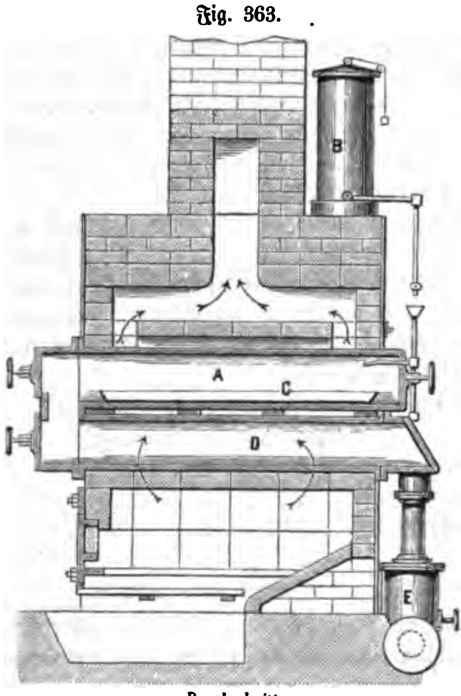
Vorderansicht.

Das Gas, noch mit Theerdämpfen geschwängert, gelangt von der zweiten Retorte durch ein absteigendes Rohr in die Vorlage *E*, welche durch ihre Dispositionen eine Verstopfung durch das Ansammeln von Theer fast gänzlich verhindert. Die Anordnung des absteigenden Rohres hat den großen Vortheil gegenüber den bisher üblichen nach oben führenden Abgangsröhren, daß bei Anwendung der ersteren Construction nicht die bekannten Uebelstände eintreten, daß der Theer immer in die Retorten zurückfließt und hier fortwährend zersetzt wird, wodurch dem Gase die Leuchtkraft beeinträchtigende Bestandtheile, Wasserstoff ꝛc., zugeführt werden.

Die Feuerung bei den Pintsch'schen Gasöfen ist so eingerichtet, daß sowohl Coaks als auch Braun- und Steinkohle zur Heizung verwendet werden können, und der innere Ausbau der Oefen ist mit Rücksicht darauf derart construirt, daß die Stichflamme nie die Retorte selbst, sondern das Schamottemauerwerk berührt.

Die Zersetzungsproducte des Gasöles gelangen durch die Vorlagen und den Theerkasten in die Condensatoren *E*, um in diesen Apparaten zum größten Theile den Theer in tropfbar flüssigem Zustande abzugeben. Aus den Condensatoren *E* passirt das Gas behufs vollständiger Reinigung einen Wäscher und die Reiniger. In diesen Apparaten, welche für die Erzeugung eines reinen, weiß leuchtenden, nicht rußenden Gases Hauptfactoren sind, wird jede Spur von Theer, Kohlensäure und Schwefel vollkommen entfernt. Das Gas tritt sodann zum Zwecke der Controle durch die Gasuhr und gelangt von da in den Gasbehälter. Zur Verhütung von Eisbildung kann in den Gasbehälter Dampf geleitet werden; durch eine im Retortenhause angebrachte Manometertafel, mit welcher die Apparate verbunden sind, lassen sich die Störungen im Betriebe constatiren.

Fig. 363.



Durchschnitt.

Um das in dieser Weise erzeugte Gas für die Beleuchtung der Waggons verwendbar zu machen, muß es comprimirt werden, damit in den kleinen Gasreservoirs, die an den Waggons angebracht sind, eine genügende Gasquantität

mitgeführt werden kann. Die Comprimirung geschieht durch Compressionspumpen, die mit einer Dampfmaschine direct in Verbindung stehen. Diese Pumpen sind mit Wasserkühlung für den Druckcylinder versehen. Das Gas wird bis auf 10 Atmosphären comprimirt, wobei sich die flüssigen Kohlenwasserstoffe ausscheiden.

Das comprimirte Gas gelangt durch eine Regulirungsvorrichtung in die Füllständer der Waggons. Die Regulirungsvorrichtung hat den Hauptzweck, die Gasmengen, welche an die einzelnen Waggons abgegeben werden, zu controliren. Das Gas wird jedoch nur mit einem Druck von sechs Atmosphären in die Waggonreservoirs eingeleitet, die solche Dimensionen erhalten, daß circa 130 Liter Inhalt per Flamme (einer vierzigstündigen Brenndauer entsprechend) genommen werden. Ehe das Gas aus dem Waggonrecipienten zur Lampe tritt, passirt es noch einen Regulator, welcher das hochgespannte Gas auf einen Minimaldruck von 25 mm herabsetzt.

Das Oelgas läßt sich nicht allein zu Beleuchtungs- und Heizungs-, sondern auch für motorische Zwecke anwenden.

Die Brenner für Oelgas können nur mit engen Oeffnungen versehen sein, weil sonst die Flamme in Folge des hohen Kohlenstoffgehaltes leicht rußt; am besten eignen sich Ein- und Zwei-, sowie der Zweiunddreißiglochargandbrenner, welch letzterer ungefähr 60 Liter Gas per Stunde verbraucht. Als motorische Kraft rechnet man zur Erzielung derselben Leistung halb so viel Oelgas als Steinkohlengas; für die Stunde und HP bis 0,5 cbm Gas.

Die Erzeugungskosten des Oelgases sind selbstverständlich abhängig von dem Preise der Rohmaterialien, von der Betriebsart &c. Hinsichtlich des letzteren Umstandes sei hervorgehoben, daß sich der Betrieb am niedrigsten stellt, wenn der Gasbehälter zur Aufspeicherung einer mindestens fünfstündigen Production Genüge leistet, denn dadurch ist der schädliche Einfluß des öfteren Anheizens und Abkühlens der Retorten auf ein Minimum reducirt.

Die Herstellungskosten per 1 cbm Gas betragen (nach der „Hütte“):

An Oel	20	bis	24	Pfennig,
„ Heizkohle 2 bis $2^1/_2$ kg . .	2	„	$2^1/_2$	„
„ Arbeitslohn	2	„	3	„
„ Abnutzung, Amortisation . .	$1^1/_2$	„	2	„
„ allgemeinen Kosten	2	„	4	„
Summa . .	27,5	bis	35,5	Pfennig.

In der folgenden Tabelle sind die Dimensionen der Apparate unter Voraussetzung einer fünfstündigen Brenndauer per Tag und bei zwei- bis dreimaliger Gaserzeugung per Woche angegeben.

Anzahl der		Erforderliche Bodenfläche	Gasbehälter	
Flammen	Retorten	qm	Inhalt cbm	Durchmesser m
300	1	35	60	5,2
400	1	40	80	5,8
500	3	45	100	6,4
600	2	50	120	6,9

Schließlich ist es von Interesse, die Versuche von S. Lamansky und L. Jawein[1]) anzuführen, aus welchen man die Abnahme der Leuchtkraft eines Oelgases durch Beimischung von Luft, sowie die Explosivität dieses Gemisches ersehen kann. Aus den Daten der folgenden Tabelle

Gasgemisch	Specifisches Gewicht	Stündlicher Verbrauch in Cubikfuß	Lichtstärke	Stündlicher Verbrauch auf eine Kerze
Naphtagas	0,685	3,3	31	0,107
Gemischt mit 5 Proc. Luft	0,719	3,3	25	0,132
" " 10 " "	0,732	3,3	21	0,157
" " 20 " "	0,755	3,4	15	0,226
" " 50 " "	0,796	3,3	5	0,600

ist ersichtlich, daß durch eine Beimischung von Luft das specifische Gewicht des Oelgases zunimmt, die Leuchtkraft dagegen eine bedeutende Abnahme erleidet.

Die mit einer Eudiometerröhre durch elektrische Funken ausgeführten Explosionsversuche ergaben, wie aus der Tabelle ersichtlich, folgende Resultate:

Oelgasvolumen	Luftvolumen	Explosionen
1	4,9	keine,
1	5,6 bis 5,8	schwache,
1	6 " 6,5	starke,
1	7 " 9	sehr starke,
1	10 " 13	starke,
1	14 " 16	schwache,
1	17 " 17,7	sehr schwache,
1	18 " 22	keine.

Ein Gemisch von Oelgas mit Luft ist also explosiv, wenn auf 1 Vol. Gas 5,6 bis 17,7 Vol. Luft kommen, d. h. wenn das Gemisch nicht weniger als 85 Proc. und nicht mehr als 94,6 Proc. Luft enthält. Am stärksten ist die Explosion bei 7 bis 9 Vol. Luft auf 1 Vol. Oelgas.

[1]) Dingl. polyt. Journ. 1888, 267, 416.

Neuntes Capitel.

Statistisches über Production, Export, Transport rc. des Erdöles.

Die Statistik des Erdöles stellt am besten die Entwickelung der Industrie, die Verwendung und den Werth der erzeugten Producte dar. Einleitend finden alle auf das Vorkommen und die Gewinnung des Roherdöles bezüglichen Angaben Erwähnung; im Anschlusse die Productions-, Export-, Industrie-, Transportverhältnisse rc.

Bohrungen. Die Entwickelung der Bohrindustrie und damit im Zusammenhange die Zahl der Bohrlöcher im Kaukasus, ist in dem Werke von V. Ragosin: „Naphta und Naphtaindustrie", ausführlich behandelt. In demselben ist erwähnt, daß das erste Bohrloch im Jahre 1871 in der Balachanigegend von Mirzoeff erbohrt wurde, das zweite von demselben im Jahre 1872, während Ende des Jahres 1873 schon 17 Bohrlöcher in Thätigkeit waren, von welchen sich neun in Balachani, eines in Surachani, vier in Sabuntschi, zwei in Binagadi und eines in Bibiejbat befanden.

Im Jahre 1874 waren 50 Bohrlöcher in folgender Weise vertheilt: in Balachani neunzehn, in Sabuntschi sieben, in Surachani neun, in Bibiejbat elf, in Binagadi vier.

Im Jahre 1875 waren 65 Bohrlöcher, im Jahre 1876 101 Bohrlöcher, am Ende des Jahres 1878 waren schon 301 Bohrlöcher im Betriebe und zwar in

Balachani	47	Binagadi	4
Sabuntschi	204	Masasyr	2
Bibiejbat	19	Bulbali	1
Surachani	22	Churdalan	2

Mit der Zunahme der Anzahl der Bohrlöcher sank und verschwand allmälig die Zahl der neu gegrabenen Brunnen.

So waren im Jahre:

1872:	2 Bohrlöcher und	415	Brunnen	1875:	65 Bohrlöcher und	170	Brunnen
1873:	17 „ „	158	„	1876:	101 „ „	62	„
1874:	50 „ „	185	„	1877:	301 „ „	—	„

Jetzt werden keine Brunnen mehr abgebaut, weil genügend Oel in den Bohrlöchern vorhanden ist, welches sich überdies als qualitativ besser, als jenes aus den Brunnen erwiesen hat.

Man zählte in Thätigkeit stehende Brunnen [1]) im Jahre:

1885	194 Stück	1888	239 Stück
1886	227 „	1889	278 „
1887	216 „		

In den Jahren 1873 bis 1878 betrug die mittlere Tiefe [2]) der Bohrlöcher, aus welchen auch Fontainen schlugen, etwa 53 bis 65 m.

In den Jahren (siehe Tafel I, a. f. S.)

1878 betrug die Tiefe bereits	93 m	1884 betrug die Tiefe bereits	162 m
1879 „ „ „ „	115 „	1885 „ „ „ „	150 „
1880 „ „ „ „	98 „	1886 [3]) „ „ „ „	162 „
1881 „ „ „ „	130 „	1887 „ „ „ „	169 „
1882 „ „ „ „	126 „	1888 „ „ „ „	190 „
1883 „ „ „ „	126 „	1889 „ „ „ „	203 „

Aus diesen Maßen ist ersichtlich, daß man, um den gesteigerten Anforderungen an Rohöl Genüge zu leisten, gezwungen war, die Tiefen der Bohrlöcher zu vergrößern. Die Tafel I zeigt den Zusammenhang zwischen den Tiefen der Bohrungen und der Gesammtproduction an Rohöl von den Jahren 1878 bis 1888.

Die Durchmesser der Bohrlöcher sind verschieden gewählt, den jeweiligen Bohrmethoden entsprechend; im Allgemeinen jedoch ist es ersichtlich, daß sie in den letzten Jahren kleiner als in den früheren sind, und man findet jetzt sehr selten Bohrlöcher mit mehr als ca. 62 cm Durchmesser.

Von den im Jahre 1889 fertig gestellten Bohrlöchern hatten einen Durchmesser von

beiläufig	62 cm	2	Bohrlöcher,
„	55 „	3	„
„	52,3 „	1	Bohrloch,
„	47 „	12	Bohrlöcher,
„	41,8 „	6	„
„	36,6 „	9	„
„	31,4 „	5	„
weniger als	31,4 „	6	„
		44	Bohrlöcher.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen, in welch intensiver Weise das Bohren nach Erdöl in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ausgeübt wurde. Von den unwesentlichen Anfängen Drake's in Titusville hat sich

[1]) Congreß der Naphtaindustriellen, „Sammlung statistischer Daten über die russische und amerikanische Naphtaindustrie“. Baku, Typographie von Ter-Owanessow, 1890. — [2]) Starzew: „Bakuer Naphtaindustrie.“ — [3]) Congreß der Naphtaindustriellen, „Sammlung statistischer Daten über die russische und amerikanische Naphtaindustrie“. Baku, Typographie von Ter-Owanessow, 1890.

Tafel I.

Tiefe und Ergiebigkeit der Bohrlöcher auf der Apscheronhalbinsel für die Jahre 1878 bis 1888.

Million m-Centner	Tiefe in Meter	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888
28.68	257,73											
28,04	253,35											
27,38	249,21											
26,73	244,95											
26,08	240.69											
25,43	236.43											
24,78	232,17											
24,12	227.91											
23,46	225,65											
22,80	218,19											
22,14	213,93											
21,48	209,67											
20,82	205,41											
20,16	201,15											
19,50	196,89											
18.84	192,63											
18,18	188,37											
17,52	184,11											
16,86	179,85											
16,21	175,59											
15,56	171,33											
14,91	167,07											
14,25	162,81											
13,60	158,55											
12,95	154,29											
12,29	150,03											
11,63	145,77											
10,98	141,51											
10,33	137,25											
9,67	132,99											
9,02	188,73											
8,37	123,47											
7,71	119,21											
7,06	114,95											
6,40	110,69											
5,75	105,43											
5,10	100,17											
4,44	95,81											
3,79	91,55											
3,14	86,29											
2,48	82,03											

im Verlaufe von wenigen Jahrzehnten die Bohrindustrie über alle ölführenden Districte der Vereinigten Staaten ausgebreitet. Von den in Amerika üblichen Bohrmethoden läßt sich nicht sagen, daß sie sich auf der Höhe befinden; der amerikanische, praktische Geist hat lediglich auf die Raschheit und Bequemlichkeit der Manipulation Gewicht gelegt. Es ist erwiesen, daß der Procentsatz an unproductiven Brunnen ein viel größerer ist, als in allen anderen Oelgegenden der Erde. In der Wahl der Methoden (drittes Capitel) herrscht unter den Fachleuten keine Uebereinstimmung, daher sind auch keine sicheren Mittheilungen über die Tiefe und den Durchmesser der Bohrlöcher 2c. vorhanden. Die geologischen Verhältnisse in den Vereinigten Staaten sind derartige, daß die ölführenden Zonen, der Oelsand, sich in bedeutenden Tiefen befinden; die Bohrungen weisen in den verschiedensten Districten eine Minimaltiefe von 200 bis 250 m, gehen jedoch in den meisten Fällen 500 bis 600 m, auch wohl noch tiefer hinunter, ehe die ölführenden Schichten durchbrochen erscheinen. Sehr viele Unternehmer suchen noch größere Tiefen zu erreichen, um hierdurch die Ergiebigkeit zu erhöhen und, trotzdem es nachgewiesen ist, daß die Erdölvorräthe in constanter Abnahme befindlich sind, herrscht noch immer ein Raubbau.

Auch fehlen verläßliche Angaben, in welchem Zusammenhange die producirten Rohölmengen mit der Vertiefung der Bohrlöcher stehen. Auf diesem Gebiete herrscht für den Unbetheiligten große Unklarheit, weil bei den in Amerika dominirenden Petroleumringen, insbesondere der mächtigen Standard Oil Company die Rohöle der neu erschlossenen Districte wie in Ohio mit den Erdölen der anderen Districte vermischt werden.

Mit den Methoden und den Bohrtiefen variiren die Durchmesser der Bohrlöcher. Von dem Extrem der kostspieligen großen Durchmesser von 81 cm finden wir sogar solche mit nur 15 bis 20 cm Anfangsdurchmesser.

Die Zahl der Bohrlöcher, die sich in den wichtigsten Oeldistricten Amerikas, in Pennsylvanien und im Staate New York [1]), befinden, ist hier angeführt:

So sind in den Jahren (siehe auch Tafel II, a. f. S.)

1872	erbohrt	worden	1183	Löcher	1882	erbohrt	worden	3304	Löcher
1873	"	"	1263	"	1883	"	"	2847	"
1874	"	"	1317	"	1884	"	"	2265	"
1875	"	"	2398	"	1885	"	"	2761	"
1876	"	"	2920	"	1886	"	"	3478	"
1877	"	"	3930	"	1887	"	"	1640	"
1878	"	"	3064	"	1888	"	"	1515	"
1879	"	"	3048	"	1889	"	"	5489	"
1880	"	"	4217	"	1890	"	"	6358	"
1881	"	"	3880	"	1891	"	"	3861	"

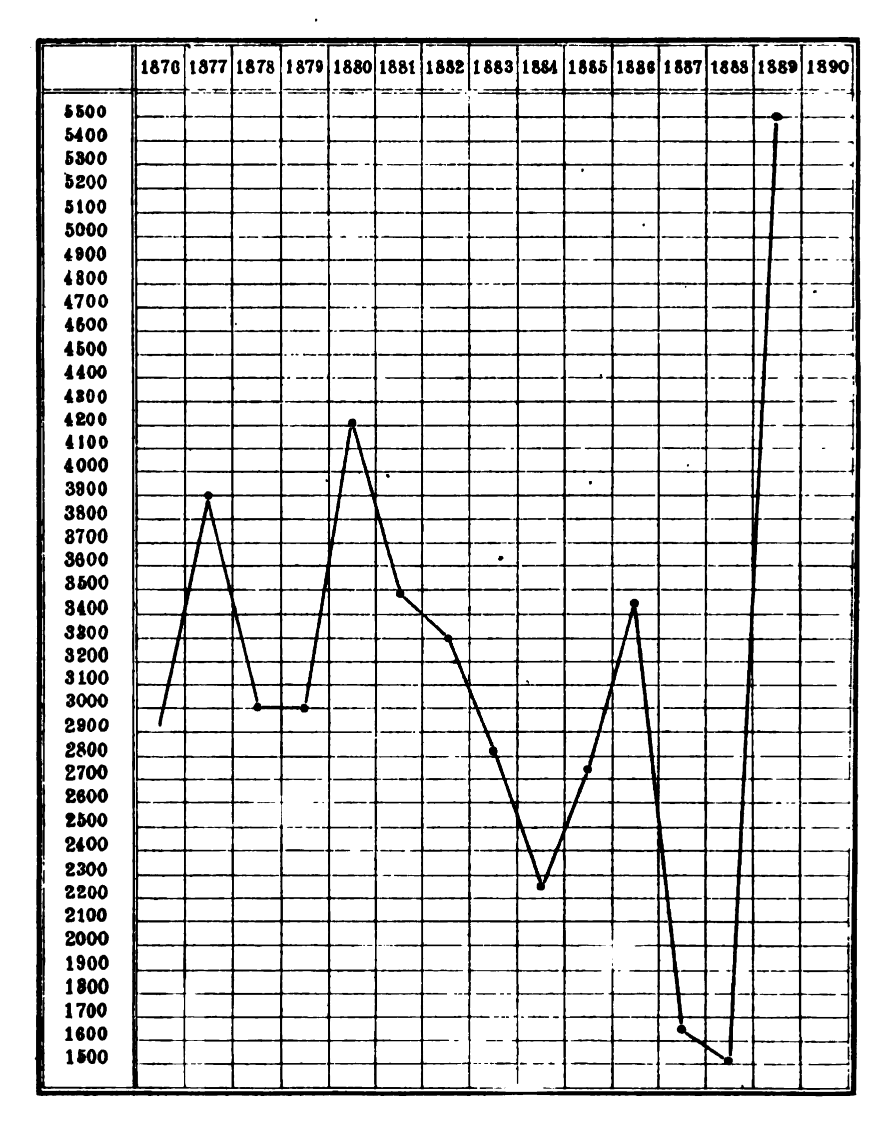
Die Gesammtzahl der thätigen Bohrlöcher stellt sich in Pennsylvanien und New York folgendermaßen:

Im Jahre	1885	auf 23 519	Im Jahre	1887	auf 16 637
" "	1886	" 25 443	" "	1888	" 22 084

[1]) Jos. D. Weeks: „Petroleum“. Washington Government printing office.

Tafel II.

Anzahl der jährlich beendigten Bohrlöcher in den Vereinigten Staaten von Nordamerika in den Jahren 1876 bis 1890.



Mittlere Zahl der monatlich im Abbau begriffenen Bohrlöcher für die Jahre:

1871	329 Bohrlöcher	1881	423 Bohrlöcher
1872	347 „	1882	276 „
1873	342 „	1883	243 „
1874	121 „	1884	168 „
1875	112 „	1885	241 „
1876	363 „	1886	324 „
1877	463 „	1887	139 „
1878	292 „	1888	141 „
1879	357 „	1889	327 „
1880	495 „		

Der nächst wichtigste Oelbistrict der Vereinigten Staaten ist Ohio, wo sich die zwei Hauptfelder in Trenton und im Bereagebiet befinden. Hier waren in Bohrung begriffen

am 31. Januar 1888 . . . . . 29 Löcher
„ 31. December 1888 . . . . . 33 „

und fertiggestellt waren im Jahre 1888: 531 Stück.

In Colorado betrug die Zahl der Bohrlöcher im Jahre 1888: 46, von welchen 22 productiv waren. Der tiefste Brunnen hat 1000 m Tiefe.

Ergiebigkeit der Brunnen. Die Ergiebigkeit der Bohrlöcher ist bis heute nicht ganz genau bestimmt, und streng genommen, läßt sie sich auch nicht genau constatiren. Sie wird durch manchen unvorhergesehenen Factor beeinflußt: so hängt sie hauptsächlich von der Mächtigkeit der Oelquelle ab, welche das Bohrloch passirt; das Wetter, die Jahreszeit, die Bohrtiefe, die Dauer der Exploitation und die Gewinnungsmethoden, endlich die Qualität des Rohöles und andere Bedingungen verfehlen selten, ihre Einwirkung auf die Ergiebigkeit eines Bohrloches geltend zu machen. Die nachfolgend angeführten Daten sind daher nur in einem gewissen Momente und bloß approximativ gültig.

Kaukasus. Die mittlere tägliche Ergiebigkeit[1]) eines jeden der im Jahre 1879 in der Balachanigegend productiven Brunnen betrug etwa 1001,5 m-Ctr. (28 thätige Brunnen ergaben in diesem Jahre 28 480 m-Ctr.); in der Sabuntschigegend 725 m-Ctr. (43 thätige Brunnen ergaben 59 830 m-Ctr.).

Im Jahre 1885 war die mittlere tägliche Ergiebigkeit:

in Balachani . . . . 506,5 m-Ctr.
„ Sabuntschi . . . . 506,2 „

Nimmt man diese Ergiebigkeit der Brunnen mit Rücksicht auf deren Tiefen, so erhält man folgendes Bild über die Production in den Balachani- und Sabuntschigegenden. In Balachani waren 42 Brunnen, und zwar:

von 55	bis 85 m	Tiefe	7	Brunnen, von denen jeder täglich	262 m-Ctr.	gab
„ 85	„ 107 „	„	7	„ „ „ „ „	566 „	„
„ 107	„ 128 „	„	9	„ „ „ „ „	566 „	„

[1]) C. Starzew: „Bakuer Naphtaindustrie."

von 128 bis 150 m Tiefe 13 Brunnen, von denen jeder täglich 580 m-Ctr. gab
„ 150 „ 171 „ „ 4 „ „ „ „ „ 503 „ „
„ 171 „ 192 „ „ 2 „ „ „ „ „ 833 „ „

Von 42 Brunnen ergaben die Hauptmengen von Oel 22 Stück in einer Tiefe von 107 bis 150 m.

In Sabuntschi waren insgesammt 19 Brunnen, von welchen in einer Tiefe von

107 bis 128 m 8 Brunnen täglich per Brunnen 516 m-Ctr. ergaben
128 „ 150 „ 8 „ „ „ „ 490 „ „
150 „ 171 „ kein Brunnen,
171 „ 192 „ 2 Brunnen „ „ „ 750 „ „

Außer diesen war in einer Tiefe von 134 m eine Fontaine erbohrt, welche täglich 6000 m-Ctr. lieferte.

In Schejtan-Bazar, welches einen Theil des Sabuntschigebietes bildet, waren im Jahre 1885 elf productive Bohrlöcher, von welchen in einer Tiefe von

55 bis 85 m 6 Bohrlöcher täglich ein jedes 276 m-Ctr. ergab
85 „ 107 „ kein Bohrloch,
107 „ 128 „ 2 Bohrlöcher „ „ „ 330 „ „
128 „ 150 „ 2 „ „ „ „ 500 „ „
150 „ 192 „ kein Bohrloch,
192 „ 213 „ eine Fontaine „ „ „ 2000 „ „

Aus diesen Angaben geht hervor, daß fast in allen Districten das Rohöl hauptsächlich aus einer Tiefe von 107 bis 150 m gewonnen wird. Das Verhältniß der Ergiebigkeit der Bohrlöcher zur Tiefe stellte sich im Jahre 1889 im Balachani- und Sabuntschidistrict, wie in der nächsten Tabelle ersichtlich, dar [1]:

Tiefe in Metern	Zahl der Bohrlöcher	Gesammtgewinnung in Metercentnern	Auf ein Bohrloch in Metercentnern	Bemerkungen
47 bis 107	29	1 256 830	43 914	
107 „ 160	54	3 967 600	73 476	
160 „ 213	70	6 670 500	95 293	
213 „ 234	37	4 119 830	111 347	3 Fontainen
234 „ 256	28	3 980 600	142 160	6 „
256 „ 277	23	6 299 600	273 565	6 „
277 „ 298	8	1 175 000	146 880	1 „
298 „ 320	9	1 478 830	165 537	2 „
320 „ 351,5	2	104 600	52 320	
351,5 „ 360	1	12 600	12 660	
—	261	29 051 990	111 615	—

Diese Tabelle zeigt, daß in dem Balachani- und Sabuntschigebiete die Hauptzahl der ergiebigsten Bohrlöcher zwischen den Tiefen von 107 bis 213 m liegen.

[1]) Congreß der Naphtaindustriellen, „Sammlung statistischer Daten über die russische und amerikanische Erdölindustrie“ 1890.

Die folgende Tabelle deutet die tägliche Ergiebigkeit der Bohrlöcher in dem Balachani- und Sabuntschigebiete für das Jahr 1889 an:

Zahl der Bohrlöcher	Tägliche Erzeugung in Metercentnern	Bemerkungen	Zahl der Bohrlöcher	Tägliche Erzeugung in Metercentnern	Bemerkungen
32	bis 83		Latus 245		
52	83 „ 166		2	1245 bis 1328	
51	166 „ 249		2	1328 „ 1411	
29	249 „ 332		2	1411 „ 1494	
25	332 „ 415		3	1494 „ 1577	Eine periodische Fontaine
12	415 „ 498				
11	498 „ 581		3	1577 „ 1660	
8	581 „ 664		1	1660 „ 1743	
6	664 „ 747		1	1743 „ 1826	Fontaine
6	747 „ 830		1	1826 „ 1909	„
3	830 „ 913		1	1909 „ 1992	„
2	913 „ 996		1	1992 „ 2075	„
2	996 „ 1079		1	2075 „ 2158	„
2	1079 „ 1162		3	2158 „ 2241	„
4	1162 „ 1245				
245			266		

Amerika. Die Ergiebigkeit der amerikanischen Brunnen ist viel geringer als jene im Kaukasus und muß in letzter Zeit, um erstere einigermaßen zu erhöhen, sehr tief gebohrt werden.

Die mittlere tägliche Ergiebigkeit neu erbohrter Brunnen in Pennsylvanien und New York betrug während der Jahre 1882 bis 1888 per Brunnen:

Monate	1882 Barrels	1883 Barrels	1884 Barrels	1885 Barrels	1886 Barrels	1887 Barrels	1888 Barrels
Januar . . .	19,5	22,4	13,7	40,0	13,5	25,5	15,43
Februar . . .	19,4	14,9	15,0	41,3	13,4	44,75	12,48
März	22,25	22,5	17,0	23,3	22,9	29,75	66,00
April	22,0	21,0	12,0	40,0	32,0	43,5	9,4
Mai	21,3	17,5	18,0	23,0	38,6	22,0	68,71
Juni	36,8	15,0	17,5	10,6	25,0	38,51	40,55

Monate	1882 Barrels	1883 Barrels	1884 Barrels	1885 Barrels	1886 Barrels	1887 Barrels	1888 Barrels
Juli	108,8	15,0	59,3	10,3	31,1	18,14	14,38
August . . .	84,92	13,8	22,6	10,6	51,9	49,3	19,0
September . .	25,75	14,4	41,7	13,2	62,4	57,7	19,0
October . . .	15,9	14,2	165,5	14,0	28,0	25,98	13,72
November . .	12,9	13,8	87,4	10,9	28,0	19,69	12,80
December . .	20,4	11,8	92,6	10,9	23,0	11,4	13,30

In Galizien hat zur Zeit das tiefste Bohrloch 510 m.

Ergiebigkeitsdauer der Bohrlöcher. Die Dauer der Ergiebigkeit eines Bohrloches schwankt zwischen sehr weiten Grenzen; man nimmt im Durchschnitt eine fünfjährige Thätigkeit als Basis an, die aber bedeutenden Fluctuationen unterworfen ist.

In der Bakugegend finden sich Brunnen, die selbst nach mehr als zehnjähriger Thätigkeit, wohl stetig abnehmend, doch noch nicht versiegt sind. In den Vereinigten Staaten liefern im Coloradodistrict, nordöstlich von Titusville, Brunnen nach zwölfjähriger Dauer noch so viel Oel, daß die Erhaltungskosten weitaus gedeckt werden [1]). In Westvirginia waren im Jahre 1865 gebohrte Brunnen noch bis 1880 thätig, während andererseits in dem Bradfordgebiet Bohrlöcher schon nach zwei Jahren versiegten. Als allgemeine Regel gilt, daß, je näher die Bohrungen zu einander liegen, ihre Ertragsunfähigkeit desto früher eintritt.

Fontainen. Die Erscheinung der Rohölfontainen in den Vereinigten Staaten reicht weit zurück. So ist es bekannt, daß der Beatty-Well im Wayne-county in Kentucky, im Jahre 1879 erbohrt, bis in die 80er Jahre frei austretendes Erdöl lieferte, doch befand sich in seiner Nähe kein einziger Brunnen. In dem Zeitraume von 1830 bis 1860 war das Auftreten solcher Springquellen im großen Maße constatirbar. Mit der Ausbreitung der Bohrindustrie sank jedoch ihre Zahl, so daß heute auf dem ganzen Oelgebiete der Vereinigten Staaten kaum nennenswerthe Oelmengen aus Springquellen resp. Fontainen gewonnen werden.

Ganz anders sind die Verhältnisse auf der Apscheronhalbinsel. In dem dritten Capitel der Bohrungen sind die Fontainen eingehend behandelt worden und nachfolgend finden wir die statistischen Angaben über die in den Jahren 1889 und 1890 thätigen Fontainen und ihre Ergiebigkeit [2]).

---

[1]) Peckham: „Report on the Production, Technology and uses of Petroleum and its product", p. 89. — [2]) Han und Kolobow: „Ueber die Naphtaindustrie der Apscheronhalbinsel" 1889. Baku, Typographie der Zeitung „Kaspi".

Periodische und continuirliche Fontainen in den Balachani-, Sabuntschi- und Bibiejbatgegenden im Jahre 1889.

Nummer	Firmen	Nummer der Bohrlöcher	Tiefe der Bohrlöcher in Metern	Durchmesser der Röhren in Centimetern	Dauer der Fontainen in Monaten	Ergiebigkeit in Metercentnern	Specifisches Gewicht	Bemerkungen
	Balachani und Sabuntschi:							Die continuirlichen Fontainen sind mit dem Zeichen * angedeutet; die anderen sind periodische. Der Verlust bei den Fontainen beträgt ca. 200 000 m-Ctr.
1	Alibekow und Lianosow . . .	1*	236	26,1	4	206 360	0,878	
2	Armawirgesellschaft	2	266,3	15,5	5	362 830	0,884	
3	Bakuer Naphtagesellschaft . . .	2*	260	26,1	2	442 500	0,887	
4	Gebr. De Bur	6	217,3	26,1	3	75 830	0,865	
5	Kalantarow	1*	307	26,1	4	706 600	0,878	
6	Kaspische Gesellschaft	14*	261	26,1	4	802 900	0,865	
		17*	266,3	26,1	4	853 010	0,865	
		37	266,3	26,1	3	183 200	0,868	
7	Kasp. Schwarze Meergesellschaft	14	243	26,1	3	175 830	0,870	
		19	238,56	36,5	4	43 300	0,872	
8	Kastscheew	3	230	26,1	2	114 300	0,863	
9	Lianosow	23	247,1	36,5	2	82 170	0,873	
10	„Massis“-Gesellschaft	3*	251,3	20,1	6	441 700	0,886	
11	Gebr. Nobel	24	298	15,5	9	116 000	0,854	
		35	215	20,1	4	70 830	0,899	
		50*	266	20,1	5	508 120	0,876	
		77	304	27,4	1	77 600	0,882	
		80*	277	15,5	7	473 800	0,879	
		—	—	—	—	5 824 000	—	
	Bibiejbat:							
1	Tagiew	15 u. 121	2173	36,5	12	1 264 600	—	

Zusammen lieferten also 20 Fontainen 7 088 600 m-Ctr.

Periodische und continuirliche Fontainen in der Balachani-, Sabuntschi- und Bibiejbatgegend in der ersten Hälfte des Jahres 1890.

Nummer	Firmen	Nummer der Bohrlöcher	Tiefe der Bohrlöcher in Metern	Durchmesser der Röhren in Centimetern	Dauer der Bohrlöcher in Monaten	Ergiebigkeit in Metercentnern	Bemerkungen
	Balachani und Sabuntschi:						
1	Araratgesellschaft	4	217,3	36,5	4	299 610	
2	Aftchikgesellschaft	2	228	36,5	3	847 100	
3	Bakuer Naphtagesellschaft	2	272,6	26,1	3	601 200	
4	De Bur	6	217,3	26,1	1	5 500	
5	Kasp. Schwarze Meergesellschaft	17	302,5	26,1	5	962 983	
		23	217,3	36,5	1	20 000	Unwirksam
6	Kalantarow	1	307	26,1	2	183 500	
7	Gebr. Nobel	24	299	15,5	6	51 416	Periodische Fontaine
		50	266,3	20,9	6	1 741 583	
		77	304,5	27,4	6	230 616	" "
		80	278	15,5	3	50 983	Unthätige Fontaine
8	Massisgesellschaft	6	243	31,5	3	475 160	" "
9	Gebr. Mirsoeff u. Comp.	24	223,7	36,5	1	133 000	
						4 492 641	
	Bibiejbat:						
1	Tagiew	15	217,3	20,9	6	180 410	
		21	219,4	36,5	6	592 000	
						5 265 051	

Insgesammt wurden in der ersten Hälfte des Jahres 1890 an Fontainenerdöl auf der Apscheronhalbinsel 5 265 051 m-Ctr. gewonnen.

Besonders ergiebige Fontainen waren im Jahre 1889 die Nr. 2 der Bakuer Naphtagesellschaft, sowie Nr. 50 der Gebr. Nobel und Nr. 17 der Kaspigesellschaft. Die ersten beiden waren sehr heftig und schleuderten mit dem Rohöle eine bedeutende Menge Sand heraus. Im Allgemeinen aber standen die Fontainen in ihrer Stärke und Dauer bedeutend hinter denen im Jahre 1888 zurück. Die Hauptmenge Naphta gab das Bohrloch Nr. 17 der Kaspigesellschaft (innerhalb vier Monaten 863 500 m-Ctr.), während im Jahre 1888 ein Bohrloch von Ter-Akossow, und zwar Nr. 5 desselben 2,83 Millionen m-Ctr., Nr. 14 der kaspischen Gesellschaft 1,5 Millionen m-Ctr. und manche andere 0,83 Millionen m-Ctr. gaben. Die mittlere sowie die Maximaltiefe der Fontainen im Jahre 1889 änderte sich unwesentlich gegen die Tiefen im Jahre 1888; die erstere war 258,03 m gegen 254,91 m, die letztere erreichte in Bibiejbat 339,5 gegen 311 m im Jahre 1888.

Im Kaukasus wird das Erdöl aus den Bohrlöchern in vielen Fällen vermittelst der sogenannten „Schalonka", eines eigens construirten Eimers, gefördert. Zu diesem Zwecke wird meistens zum Heben dieser Eimer Pferde- oder auch Menschenkraft angewendet. Diese Art der Förderung der Rohnaphta aus den Bohrlöchern nennt man in der Bakugegend „Tartanje". In der nachstehenden Tabelle sind die Bohrlöcher angegeben, welche im Jahre 1889 in der Balachani-, Sabuntschi- und Bibiejbatgegend durch „Tartanje" Naphta lieferten [1]).

Bohrlöcher, die im Jahre 1889 Naphta in der Balachani-, Sabuntschi- und Bibiejbatgegend durch „Tartanje" lieferten.

Nummer	Firmen	Nummer der Bohrlöcher	Tiefe der Bohrlöcher in Metern	Durchmesser der Röhren in Centimetern	Ergiebigkeit in Metercentnern
	Balachani und Sabuntschi.				
1	Adamow	2	236,4	36,5	275 980
2	Arafelow	8	262	41,8	811 350
3	Artunow	3	256	36,5	5 252
4	Berggesellschaft	5	241	31,3	3 300
5	De Bur	7	230	20,9	130 365
6	Dowlatow	2	119,3	26,1	19 156
7	Kaspigesellschaft	39	194	31,3	77 281
8	Ktschnito	24	268,4	36,5	267 700
9	Kriassilnikow	9	292	36,5	213 456
10	Gebr. Nobel	76	113	20,9	14 217
11	Zatierow u. Co.	18	206,6	36,5	307 122
		11			2 126 179
	Mittlere Tiefe		228,9		
	Bibiejbat:				
1	Subalow	6	283,3	15,5	180 000
		7	206,6	26,1	
2	Richard	1	277	15,5	14 357
		2	320	20,9	
		4			2 320 536
	Mittlere Tiefe		271,6		Gesammtausbeute

[1]) Han und Kolobow: „Ueber die Naphtaindustrie der Apscheronhalbinsel" 1889.

Erdölgewinnung (Tafel III). Im einleitenden Capitel ist der geschichtliche Theil der Erdölgewinnung ausführlich besprochen worden. Die folgenden Tabellen illustriren, in welcher Weise die Gewinnung seit wenigen Jahrzehnten gestiegen ist und wie sie sich von der Zeit des Erbohrens des ersten Bohrloches allmälig bis zu diesen immensen Leistungen entwickelt hat. So förderte man auf der Apscheronhalbinsel [1]) im Jahre:

1863	36 700	Barrels
1864	58 000	"
1865	59 300	"
1866	74 000	"
1867	107 000	"
1868	79 400	"
1869	180 700	"
1870	183 250	"
1871	148 000	"
1872	165 400	"
1873	427 000	"
1874	520 000	"
1875	627 000	"
1876	1 294 000	"
1877	1 612 000	"
1878	133 400	"
1879	2 465 000	"
1880	2 800 000	"
1881	3 265 000	"
1882	4 535 000	"
1883	5 335 000	"
1884	7 540 000	"
1885	10 900 000	"
1886	13 722 222	"
1887	15 777 777	"
1888	16 997 000	"
1889	20 925 238	"

Im Jahre 1889 betheiligten sich an der Erdölgewinnung in der Balachani- und Sabuntschigegend 57 Firmen, von welchen die hervorragendsten die Gebrüder Nobel, die Kasp. Schwarze Meergesellschaft, Zatierow und Co., die Bakuer Naphtagesellschaft &c. waren.

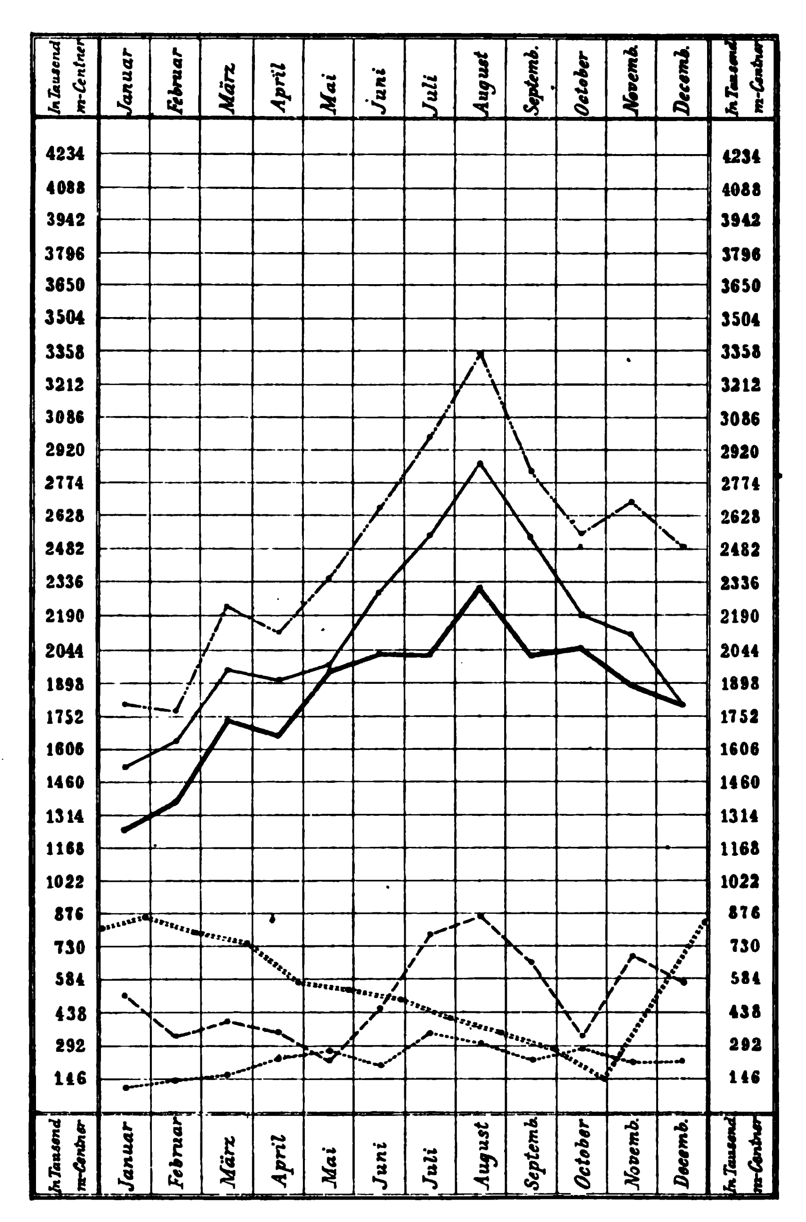
In Bibiejbat befanden sich bloß vier Firmen, von denen die Tagiew'sche die bedeutendste war.

---

[1]) C. Engler: „Erdöl und Erdgas." Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte 1890.

Tafel III.

Rohölgewinnung auf der Halbinsel Apscheron für das Jahr 1889.



Für das Jahr 1889 stellen sich die Gesammtergebnisse folgendermaßen [1]):

Anzahl der Firmen	Anzahl der Bohrlöcher	Mittlere Tiefe der Bohrlöcher in Metern	Mittlerer Durchmesser der Röhren in Centimetern	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.	Summe in Pud 1 Pud = 16,3 kg
Balachani- und Sabuntschigegend im Jahre 1889.																
57	261	189,6	28 bis 32	10 925 216	10 678 110	13 289 716	12 000 581	13 411 779	15 693 716	16 866 408	19 556 476	16 739 829	14 668 064	16 070 762	14 573 595	174 474 258
Heizung und Verlust		6,8 Proc.		742 000	726 000	903 000	816 000	912 000	1 066 000	1 156 000	1 329 000	1 138 000	997 000	1 092 000	991 000	11 868 000
Summe				11 667 216	11 404 110	14 192 716	12 816 581	14 323 779	16 759 716	18 022 408	20 885 476	17 877 829	15 665 064	17 162 762	15 564 595	186 342 258
Bibiejbatgegend im Jahre 1889.																
4	17	100,58	11,11	785 631	858 927	1 078 241	1 665 472	1 856 442	1 461 581	2 409 880	2 185 215	1 617 560	1 828 492	1 525 340	1 567 258	18 839 803
Insgesammt auf der Apscheronhalbinsel				12 452 847	12 263 048	15 270 957	14 482 053	16 180 221	18 221 297	20 431 788	23 070 691	19 495 389	17 493 556	18 688 102	17 132 123	205 182 068 Pud resp. 38 444 677 m-Ctr.

[1]) Congreß der Naphtaindustriellen, „Sammlung der statistischen Daten der russischen und amerikanischen Naphtaindustrie“ 1890.

Für die erste Hälfte des Jahres 1890 betrug die Gesammtrohölgewinnung in Pud resp. Metercentnern:

Januar	15 852 000	Pud
Februar	21 060 700	„
März	22 804 100	„
April	20 544 800	„
Mai	25 301 400	„
Juni	18 436 500	„
	124 000 000	Pud,
resp.	20 232 000	m-Ctr.

Die Rohölgewinnung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Canada stieg vom Jahre 1859 bis 1888 in der nachfolgenden Weise:

Jahre	Pennsylvanien und New York Barrels	West-virginia Barrels	Ohio Barrels	Kentucky, Tennessee und die Vereinigt. Staaten Barrels	Californien Barrels	Total Barrels	Canada Barrels
1859	2 000	—	—	—	—	2 000	—
1860	500 000	—	—	—	—	500 000	—
1861	2 113 609	—	—	—	—	2 113 609	—
1862	3 056 690	—	—	—	—	3 056 690	11 775
1863	2 611 309	—	—	—	—	2 611 309	82 814
1864	2 116 109	—	—	—	—	2 116 109	90 000
1865	2 497 700	—	—	—	—	2 497 700	110 000
1866	3 597 700	—	—	—	—	3 597 700	175 000
1867	3 347 300	—	—	—	—	3 347 300	190 000
1868	3 646 117	—	—	—	—	3 646 117	200 000
1869	4 215 000	—	—	—	—	4 215 000	220 000
1870	5 260 745	—	—	—	—	5 260 745	250 000
1871	5 205 234	—	—	—	—	5 205 234	269 897
1872	6 293 194	—	—	—	—	6 293 194	308 100
1873	9 893 786	—	—	—	—	9 893 786	365 052
1874	10 926 945	—	—	—	—	10 926 945	168 807
1875	8 787 514	3 000 000	200 000	—	175 000	12 162 514	220 000
1876	8 968 906	120 000	31 763	—	12 000	9 132 669	312 000
1877	13 135 475	172 000	29 888	—	13 000	13 350 363	312 000
1878	15 163 462	180 000	38 179	—	15 227	15 396 868	312 000
1879	19 685 176	180 000	29 112	—	19 858	19 914 146	575 000
1880	26 027 631	179 000	38 940	—	40 552	26 286 123	350 000
1881	27 376 509	151 000	33 867	—	99 862	27 661 238	275 000
1882	30 053 500	128 000	39 761	—	128 636	30 349 897	275 000
1883	23 128 389	126 000	47 632	—	142 857	23 444 878	250 000
1884	23 772 209	90 000	90 081	—	262 000	24 214 290	250 000
1885	20 776 041	91 000	650 000	—	325 000	21 842 041	250 000
1886	25 798 000	102 000	1 782 970	225 000	377 145	28 285 115	250 000
1887	22 356 193	145 000	5 018 015	51 817	678 572	28 249 597	868 345
1888	16 484 668	119 448	10 010 868	310 612	690 333	27 615 929	772 392
	346 797 111	4 783 448	18 041 076	587 429	2 980 042	373 189 106	7 712 682

Josef D. Weeks[1]) theilt im Auftrage des „Census Office" der Vereinigten Staaten mit, daß im Jahre 1889 in 11 Staaten Rohöl gewonnen wurde, und zwar in:

1.	Pennsylvanien und 2. New York	21 486 403 Barrels
3.	Ohio	12 471 965 „
4.	Westvirginia	358 269 „
5.	Colorado	316 476 „
6.	Californien	147 027 „
7.	Indiana	32 758 „
8.	Kentucky	5 400 „
9.	Illinois	1 460 „
10.	Kansas	500 „
11.	Texas	48 „
	Die Totalproduction betrug daher . .	34 820 306 Barrels

im Werthe von rund 111,5 Millionen Mark.

Die mittlere tägliche Production von Rohöl in Pennsylvanien und New York betrug in den Jahren 1882 bis 1888[2]) (siehe Tafel IV):

Monate	1882 Barrels	1883 Barrels	1884 Barrels	1885 Barrels	1886 Barrels	1887 Barrels	1888 Barrels
Januar	75 921	62 849	58 898	53 296	56 418	64 221	37 228
Februar	76 119	62 721	64 850	51 353	57 316	65 283	44 508
März	80 070	59 054	66 202	52 843	62 208	64 716	43 190
April	80 093	60 551	68 862	59 343	64 612	65 372	44 980
Mai	80 212	63 292	76 834	59 141	70 283	64 307	47 528
Juni	94 198	65 930	62 073	58 907	77 846	63 762	48 357
Juli	105 102	65 174	66 450	57 284	78 031	61 275	44 995
August	100 145	60 627	67 719	55 031	78 426	59 641	44 661
September	87 346	63 779	64 942	57 093	80 618	59 321	42 436
October	74 118	66 989	63 286	60 455	77 681	61 822	43 694
November	73 098	65 278	60 390	58 722	74 093	37 515	48 080
December	61 210	64 146	58 794	61 247	70 375	41 568	51 057
Mittelzahl im Jahre	82 303	63 333	64 942	57 229	70 659	59 073	45 069

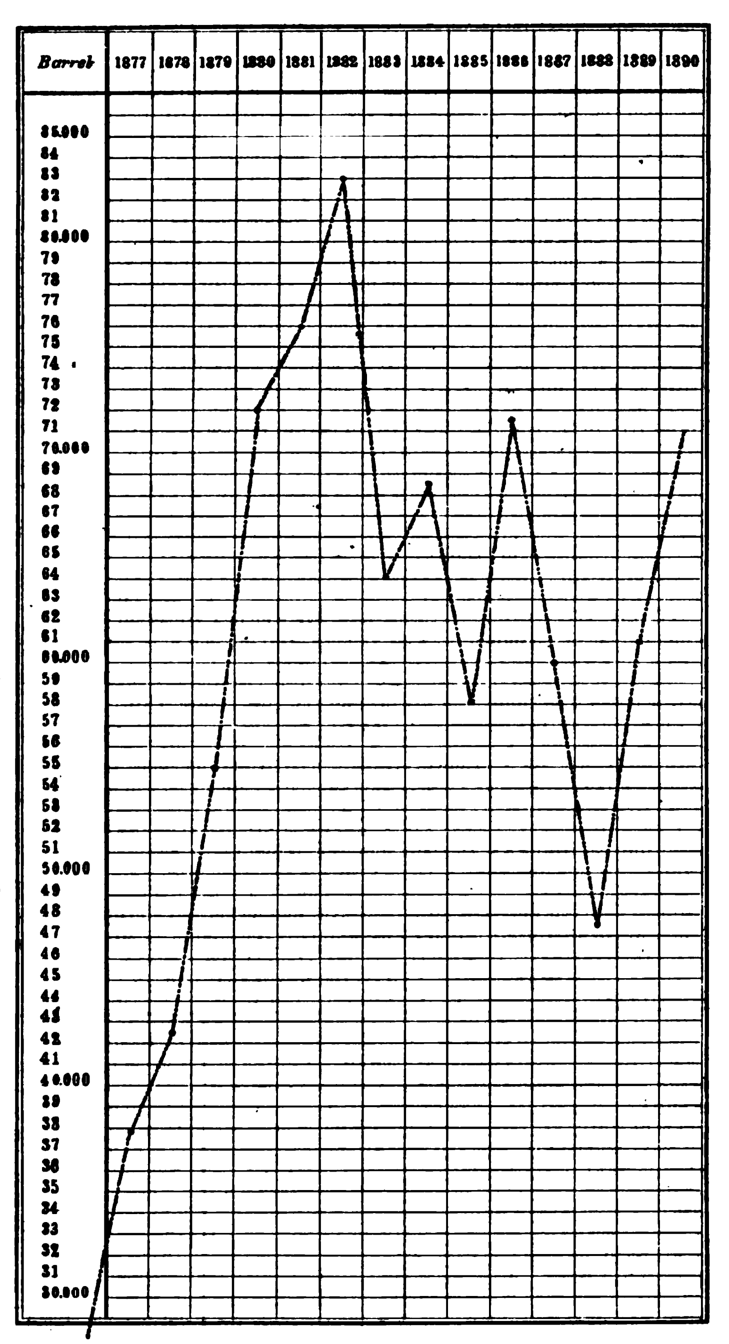
während die durchschnittliche tägliche Gewinnung von Rohöl auf der Apscheronhalbinsel, die erst in den letzten Jahren constatirt wurde, nachfolgende Ziffern ergiebt:

---

[1]) Oil paint and drug reporter XXXIX, 1891, Nr. 24. — [2]) Josef D. Weeks: „Petroleum". Washington, Government printing office, 1890.

Tafel IV.

Mittlere tägliche Erdölgewinnung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika von 1877 bis 1890.



	Im Jahre 1890	Im Jahre 1889
Januar	62 275 Barrels	47 459 Barrels
Februar	90 965 „	56 504 „
März	88 827 „	60 836 „
April	81 473 „	64 171 „
Mai	99 669 „	89 827 „
Juni	76 242 „	60 439 „
Juli	74 354 „	79 294 „
August	73 363 „	87 969 „
September	76 751 „	76 551 „
October	75 542 „	66 778 „
November	83 108 „	77 258 „
December	75 867 „	68 894 „
Durchschnitt	79 866 Barrels	69 665 Barrels

für das Jahr 1891 als Mittel = 94 980 Barrels.

Nach dem Wagner'schen Jahresberichte für das Jahr 1890 haben die vereinigten deutschen Petroleumwerke in Peine im Jahre 1889 gewonnen:

in Hänigsen	5 132 kg Rohöl,
in Oelheim	932 110 „ „
	937 242 kg,
gegen im Jahre 1888	1 036 435 „

In der Raffinerie zu Peine wurden 2 299 774 kg Rohöl gegen 2 968 838 kg im Vorjahre verarbeitet, bestehend aus der eigenen Förderung, sowie aus der vertragsmäßig übernommenen des Bohrwerkes Wietze bei Celle. Der Verlust im Betriebe beträgt 41 768 Mk. Viel günstiger sind die Bohrresultate im Elsaß, in den Kreisen Hagenau und Weißenburg. Im Jahre 1890 wurden producirt 15 182 Tonnen Erdöl, Asphalt im Gesammtwerthe von 918 782 Mk., um 7790 Tonnen mehr als im Vorjahre, einer Werthsteigerung von 445 902 Mk. entsprechend. Als besonders bemerkbar galt das häufige Vorkommen von Springquellen.

Die Gesammtölproduction der ganzen Erde wird für das Jahr 1885 annähernd auf 36 535 833 Barrels und das Jahr 1889 auf 50 152 256 Barrels geschätzt. Folgende Tabelle deutet die Vertheilung nach den an dieser Production betheiligten Ländern an. Die Ziffern zeigen, wie wenig alle übrigen Länder in ihrer Gesammtproduction Nordamerika und Rußland gegenüber in Betracht kommen [1]):

Roherdölproduction der ganzen Erde.

	1885 Barrels	1889 Barrels
Nordamerika	21 842 041	27 346 018
Rußland (Baku)	13 056 021	20 925 238
Das übrige Rußland	142 262	150 000
Oesterreich-Ungarn	500 000	600 000
Rumänien	350 000	530 000
Canada	250 000	250 000
Deutschland (Elsaß)	41 329	45 000
Deutschland (Hannover)		6 000
Indien, China, Japan, Peru, Argentinien ꝛc.	354 177	300 000
Summe	36 535 833	50 152 256

[1]) C. Engler: „Erdöl und Erdgas." Verhandl. d. Ges. d. Naturf. u. Aerzte 1890.

Verarbeitung des Roherdöles auf Leucht- und Schmieröle ꝛc. Die zur Verfügung stehenden statistischen Ausweise über die Erdölgewinnung ꝛc. in den Vereinigten Staaten von Amerika beziehen sich nur auf die exportirten Mengen der Erdölproducte (bei Export näher behandelt). Nur für das Jahr 1889 hat das „Census Office" Zahlen veröffentlicht, die ein Bild über die erzeugten Mengen lieferten. Aus den im Jahre 1889 gewonnenen 34 820 306 Barrels wurden erzeugt:

22 379 602 Barrels Leuchtöl,
109 891 „ Schmieröl,
während 12 330 818 „ zu Heizzwecken

verwendet wurden, wobei nahezu das Gesammtrohöl von Californien, Indiana und Ohio dem letzteren Zwecke diente.

Auf der Apscheronhalbinsel werden die statistischen Daten viel ausführlicher geführt, so finden wir nachstehend die Erzeugung von Kerosin und Schmierölen vom Jahre 1877 bis 1889 angegeben [1]):

Jahre	Rohöl in m-Ctr.	Kerosin in m-Ctr.	Schmieröle in m-Ctr.	Jahre	Rohöl in m-Ctr.	Kerosin in m-Ctr.	Schmieröle in m-Ctr.
1877	6 000 000	750 000	2 300	1884	15 000 000	3 660 000	250 000
1878	2 500 000	1 050 000	4 160	1885	19 330 000	5 000 000	266 000
1879	3 500 000	1 166 000	4 160	1886	25 000 000	5 833 000	283 000
1880	4 170 000	1 330 000	4 160	1887	25 830 000	7 333 000	383 000
1881	6 600 000	2 138 000	11 600	1888	32 000 000	8 300 000	433 000
1882	8 330 000	2 250 000	58 300	1889	34 170 000	10 160 000	561 000
1883	10 000 000	2 500 000	210 000				

Die Tabelle zeigt, wie die Ausbeuten an Leucht- und Schmierölen durch die Vervollkommnung der Destillirapparate und Destillirmethoden successive stiegen.

Insgesammt betheiligten sich anfänglich 161 Firmen an der Leuchtöl- und Schmierölerzeugung und von diesen waren 50 nur mit der Fabrikation von Schmierölen beschäftigt. Im Jahre 1890 betrug die Zahl der Fabriken 224, an der Spitze Gebr. **Nobel** mit 2 990 740 m-Ctr., **Zaturow** mit 832 231 m-Ctr., die Kaspi Schwarze Meergesellschaft mit 781 255 m-Ctr. ꝛc. Erzeugung.

Export. Die Vereinigten Staaten von Nordamerika und der Kaukasus, die beiden Hauptcentren für die Gewinnung und Erzeugung von Roherdöl und Erdölproducten, sind auch die einzig exportirenden Staaten, und selbst Länder wie Oesterreich-Ungarn, die ihre eigenen Productionsstätten besitzen, sind genöthigt, ihren Hauptbedarf zu importiren.

Die beiden Tabellen, a. S. 551 u. 552, zeigen den Export aus den Vereinigten Staaten von Rohöl und der fabricirten Erdölproducte für das Jahr 1889 und verglichen mit 1887 und 1888 in der Weise, daß in der einen Tabelle veranschaulicht wird, nach welchen Ländern exportirt wurde, während in der anderen diejenigen Häfen ersichtlich gemacht sind, die sich am Export betheiligten [2]) (s. Taf. V, a. f. S.).

[1]) Congreß der Naphtaindustriellen ꝛc. — [2]) Bericht des statistischen Bureaus der Vereinigten Staaten für das Jahr 1889. Export und Import sämmtlicher Artikel. Washington 1890.

Tafel V.

Ausfuhr von Rohöl und Kerosin (auf Rohöl umgerechnet) aus den Erdöldistricten von New York und Pennsylvanien.

Barrel | 1876 | 1877 | 1878 | 1879 | 1880 | 1881 | 1882 | 1883 | 1884 | 1885 | 1886 | 1887 | 1888 | 1889 | 1890

30 Million
29 „
28 „
27 „
26 „
25 „
24 „
23 „
22 „
21 „
20 „
19 „
18 „
17 „
16 „
15 „
14 „
13 „
12 „
11 „
10 „

Quantität und Werth der exportirten Mineralöle bis 31. December 1889, mit Bezeichnung der Importländer.

Gegenden, in die exportirt wurde	Rohöl		Benzine		Leuchtöl		Schmieröl und Schweröl		Rückstand		Summe	
	Gallonen	Dollars	Gallonen	Dollars	Gallonen	Dollars	Gallonen	Dollars	Gallonen	Dollars	Gallonen	Dollars
Großbritannien	8 694	471	5 215 082	456 198	70 204 366	5 030 733	16 027 921	2 551 783	127 974	11 857	91 584 087	8 051 042
Deutschland	1 511 445	97 030	2 825 003	221 248	141 759 384	7 829 212	3 960 708	631 053	—	—	150 055 490	8 778 548
Frankreich	60 524 004	4 137 504	4 651 066	399 558	2 995 057	219 298	2 004 555	352 331	—	—	70 174 682	5 108 691
Die übrigen Länder Europas	16 148 027	1 313 592	1 096 539	89 687	120 809 679	8 485 926	4 357 179	615 254	229 026	12 616	151 684 450	10 517 075
Die anderen Länder Nordamerikas	6 405 258	585 906	47 529	8 204	12 859 469	1 296 467	493 346	146 224	1 473 654	69 833	20 940 236	2 056 634
Südamerika	—	—	82 825	16 382	22 136 192	2 281 691	706 223	242 567	27 804	2 959	22 952 554	2 543 598
Asien und Australien	532 252	49 499	53 184	13 691	161 555 997	14 982 249	842 485	92 492	—	—	162 483 916	15 137 931
Afrika rc.	—	—	12 669	3 149	10 950 572	1 069 616	16 850	7 020	—	—	10 980 091	1 099 785
Summe per Jahr 1889, 31. Decbr.	85 189 658	6 184 002	13 984 407	1 208 116	551 769 666	41 215 192	27 903 267	4 688 724	1 858 458	97 265	680 705 456	58 293 299
											Hektoliter 80 904 027	Mark 223 831 855
Summe per Jahr 1888, 31. Decbr.	77 549 452	5 454 705	13 481 706	1 083 429	455 045 784	37 236 111	24 510 437	4 215 449	1 870 596	116 009	Gallonen 572 457 975	Dollars 48 105 708
											Hektoliter 25 989 592	Mark 202 043 952
Summe per Jahr 1887, 31. Decbr.	80 650 286	5 141 833	12 382 218	1 049 043	485 242 107	37 007 836	20 582 613	3 559 280	2 989 098	141 850	Gallonen 606 846 817	Dollars 46 898 842
											Hektoliter 27 823 828	Mark 196 975 186

Quantität und Werth der exportirten Mineralöle im Jahre 1889, nach den Ausfuhrhäfen geordnet.

Ausfuhrhäfen	Rohöl	Benzine	Leuchtöl	Schmieröle	Rückstand	Summe
Atlantische Häfen:						
Baltimore, Belfast, Boston, Gloucester, Newark, New Haven, Newport, New York, Philadelphia, Portland, Richmond, Savannah ꝛc.	84 144 196 Gall.	13 960 770 Gall.	548 593 223 Gall.	27 773 720 Gall.	1 837 794 Gall.	676 310 311 Gall.
	6 050 523 Doll.	1 204 879 Doll.	40 855 223 Doll.	4 603 209 Doll.	95 299 Doll.	52 809 133 Doll.
Golfhäfen:						
Brazos de Santiago, Mobile, New Orleans, Pearl River ꝛc.	1 009 117 Gall.	106 Gall.	235 406 Gall.	20 951 Gall.	504 Gall.	1 266 084 Gall.
	77 849 Doll.	12 Doll.	47 403 Doll.	4 351 Doll.	46 Doll.	129 661 Doll.
Pacifichäfen:						
Priget Sound, San Francisco ꝛc.	14 305 Gall.	2 250 Gall.	490 745 Gall.	34 066 Gall.	—	541 366 Gall.
	3 227 Doll.	409 Doll.	102 866 Doll.	12 281 Doll.	—	118 783 Doll.
Nördliche See- ꝛc. Häfen:						
Buffalo Creek, Chicago, Detroit, Minnesota, Superior, Vermont	22 040 Gall.	21 281 Gall.	2 449 684 Gall.	74 530 Gall.	20 160 Gall.	2 587 695 Gall.
	2 403 Doll.	2 816 Doll.	209 700 Doll.	18 883 Doll.	1 920 Doll.	235 722 Doll.
Gesammtsumme für die zwölf Monate des Jahres 1889	85 189 658 Gall.	13 984 407 Gall.	551 769 666 Gall.	27 903 267 Gall.	1 858 458 Gall.	680 705 456 Gall.
	6 134 002 Doll.	1 208 116 Doll.	41 215 192 Doll.	4 638 724 Doll.	97 265 Doll.	53 293 299 Doll.

Der Export vom Kaukasus erfolgt von Baku entweder durch das Kaspische Meer über die Wolga ꝛc. oder mit der Eisenbahn in der Richtung nach Batum.

Es expedirten im Jahre 1889 [1]) 167 Bakuer Fabriken:

Leuchtöl	10 190 830 m=Ctr.
Schmieröle	561 000 „
Laugenabfälle, Goudron, Wagenschmiere, Benzin und Gasolin	53 730 „
Rohölrückstände	14 783 600 „
Rohöl	697 600 „
	26 288 760 m=Ctr.

Diese Mengen vertheilten sich im Exporte in der Weise:

daß durch das Kaspische Meer	18 364 846 m=Ctr.
mit der transkaukasischen Eisenbahn nach Batum	7 923.914 „

expedirt wurden.

In welcher Weise der Export der wichtigsten Producte, Leucht= und Schmieröle, sowie Erdölrückstände gestiegen ist, veranschaulichen die nachfolgenden Tabellen:

1. Durch das Kaspische Meer wurden exportirt:

In den Jahren	Kerosin	Schmieröle	Erdölrückstände
	in Pud à 16,3 kg		
1877	4 700 000	10 000	1 400 000
1878	6 000 000	20 000	3 700 000
1879	6 500 000	20 000	6 300 000
1880	7 500 000	20 000	7 000 000
1881	11 500 000	50 000	9 300 000
1882	12 400 000	300 000	18 000 000
1883	11 800 000	1 000 000	17 500 000
1884	17 700 000	900 000	28 000 000
1885	20 000 000	1 000 000	30 000 000
1886	18 200 000	700 000	35 000 000
1887	24 800 000	1 000 000	40 000 000
1888	20 000 000	600 000	53 000 000
1889	23 000 000	350 000	82 200 000

[1]) Congreß der Naphtaindustriellen ꝛc.

2. Mit der transkaukasischen Eisenbahn in der Richtung Batum wurden exportirt:

In den Jahren	Kerosin	Schmieröle	Erdölrückstände
	in Pud à 16,3 kg		
1883	2 400 000	200 000	1 300 000
1884	3 900 000	550 000	1 200 000
1885	7 400 000	600 000	3 900 000
1886	14 000 000	1 000 000	1 200 000
1887	17 700 000	1 300 000	1 500 000
1888	30 000 000	2 000 000	5 532 000
1889	37 270 000	3 018 000	6 433 000

Für die erste Jahreshälfte 1890 betrug die Ausfuhr der Erdölproducte aus Baku in Metercentnern:

Producte	Durch das Kaspische Meer	Mit der transkaukasischen Eisenbahn	Mit Fuhrwerken	Summe
Leuchtöl	1 941 830	3 935 530	2 920	5 880 280
Schmieröle	48 683	339 300	—	387 983
Goudron und andere Erdölrückstände	8 721 930	701 600	1 460	9 424 990
Erdöl	594 960	86 530	14 830	696 220
	11 354 763	5 070 660	19 266	16 444 549

In der Richtung Batum wird der Gesammtexport durch die transkaukasische Eisenbahn in Cisternenwagen (siehe später) besorgt. 153 Firmen waren an dem Export betheiligt und betrug die exportirte Menge im Jahre 1889 rund 7 589 700 m-Ctr. Für den Continent resp. das Ausland wichtiger sind die Ausfuhrziffern von Batum.

Im Jahre 1889 wurden exportirt:

Producte	Ins Ausland	Nach Rußland	Summe in Pud
Roherdöl	40	9 597	9 637
Festes Mineralölfett, Vaselin, Paraffin	339	1 372	1 711
Benzin, Gasolin, Ligroin	—	1 168	1 168
Leuchtöle, leichte	29 374 885	3 902 464	33 277 349
„ schwere	8 710	65 036	73 746
Schmieröle, unraffinirt	996 957	184 025	1 180 982
„ raffinirt	1 167 008	115 946	1 282 954
Erdölrückstände	5 489 312	172 317	5 661 629
	37 037 251	4 451 925	41 489 176
resp. in Metercentnern	6 037 072	725 566	6 762 638

In gleicher Weise vertheilt, betragen die Ausfuhrziffern für die erste Jahreshälfte 1890:

Monate	Ins Ausland	Nach Rußland	Summe in Pud
Januar	4 131 827	47 651	4 179 478
Februar	2 876 463	241 917	3 118 380
März	4 177 561	453 404	4 630 965
April	2 882 992	214 685	3 097 677
Mai	3 624 443	631 704	4 256 147
Juni	4 645 349	172 331	4 817 680
	22 338 635	1 761 692	24 100 327
resp. in Metercentnern	—	—	3 928 354

In der nachfolgenden Tabelle ist die Ausfuhr für die Jahre 1888 und 1889 nach den importirenden Ländern ersichtlich gemacht. Rußland selbst, soweit es sich an der Ausfuhr von Batum betheiligt, ist in dieser Zusammenstellung ausgeschlossen.

Ausfuhrmenge der Erdölproducte in den Jahren 1888 und 1889 von Batum ins Ausland mit Angabe der Länder (in Pud).

Länder	Leuchtöle und Benzin		Unraffinirte Schmieröle		Raffinirte Schmieröle		Rohnaphta		Erdölrückstände		Summe	
	1889	1888	1889	1888	1889	1888	1889	1888	1889	1888	1889	1888
Großbritannien . .	6 730 518	547 882	40 330	11 336	55 998	198 566	10	—	261 339	393 381	7 088 192	6 083 165
Türkei	7 475 109	5 262 475	26 268	1 593	3 209	1 640	—	—	8 285	—	7 507 871	5 265 708
Oesterreich-Ungarn .	2 299 123	2 753 325	43 470	193 983	66 663	74 414	30	—	4 212 402	3 071 257	6 621 688	6 052 979
Deutschland	978 905	783 591	117 020	123 220	252 672	97 678	—	—	398 499	302 907	1 747 596	1 296 496
Belgien	1 835 688	1 213 007	107 550	58 165	277 059	208 734	—	34 975	346 988	230 749	2 567 285	1 745 630
Italien	2 042 260	499 142	33 512	12 365	26 444	42 652	—	—	28 645	39 594	2 130 861	593 753
Dänemark	—	—	—	36	—	178	—	—	—	—	—	214
Holland	303 714	93 274	520	7 300	100 060	55 149	—	—	1 000	30 500	405 294	186 223
Finland	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schweden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rumänien	527 084	274 671	4 400	600	21 190	220	—	—	—	—	552 674	275 491
Norwegen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Frankreich	45 480	135 211	482 075	217 547	498 955	420 974	—	—	236 657	193 250	1 263 167	966 982
Griechenland . . .	46 174	12 935	780	—	410	244	—	—	—	—	47 364	18 179
Spanien	519 450	—	—	600	—	10 130	—	—	—	—	519 450	10 730
Bulgarien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Persien	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aegypten, Indien &c.	6 580 090	4 579 479	380	—	—	—	—	—	—	—	6 580 470	4 579 479
Summe . .	29 383 595	21 045 982	856 345	616 845	1 302 660	1 110 579	40	34 975	54 899 312	4 261 638	37 031 912	27 070 029
	resp. in Metercentnern										6 036 202	4 412 415

Diese letztere Aufstellung differirt für das Jahr 1889 gegen die vorhergehende für dasselbe Jahr geltende Tabelle in der Gesammtausfuhrsumme von Batum um 870 m-Ctr. resp. 5339 Pud, offenbar auf einer unrichtigen Angabe der in das eine oder andere Land exportirten Erdölmengen beruhend.

Zum Schluß sei des allgemeinen Interesses halber auch noch die Ausfuhr von Leuchtöl in Cassetten aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika und aus Rußland nach den asiatischen Ländern erwähnt.

Es exportirten Kisten (Cassetten à $18^1/_2$ Liter):

	Amerika		Rußland	
	1888	1889	1888	1889
Nach China	1 814 800	2 620 160	470 480	442 850
„ Japan	2 428 780	4 128 100	275 020	447 440
„ Indien	2 585 330	5 344 690	2 103 440	1 764 890
„ Malaiaarchipel	2 082 990	2 818 570	190 530	685 540
„ anderen Osthäfen	612 000	477 670	58 450	454 360
Summe	9 523 900	15 389 200	3 097 920	4 305 020

Pipe lines. Die Einrichtung dieses Transportmittels in den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist eingehend besprochen worden und folgen hier nur einige statistische Angaben, sowie die monatlichen resp. jährlichen von den Pipe lines-Gesellschaften übernommenen oder abgegebenen Oelmengen.

Für die Jahre 1882 bis 1887 betragen (nach J. Weeks, Petroleum, Washington 1890) die in den Pipe lines des Pennsylvania- und New York-gebietes circulirenden Oelmengen:

1882	30 053 500 Barrels	1885	20 776 041 Barrels
1883	23 128 389 „	1886	25 798 000 „
1884	23 772 209 „	1887	21 478 883 „

Für die Jahre 1888, 1889 und 1890, in Barrels:

Monate	1888	1889	1890 [1])
Januar	1 138 413	1 526 161	2 108 248
Februar	1 209 236	1 318 800	2 055 424
März	1 324 506	1 622 230	2 313 189
April	1 335 270	1 643 610	2 328 870
Mai	1 449 281	1 809 098	2 378 382
Juni	1 437 600	1 817 520	2 370 000
Juli	1 585 328	1 956 534	2 524 206
August	1 378 105	1 937 119	2 514 968
September	1 268 820	1 871 160	2 584 949
October	1 324 041	1 985 333	2 750 698
November	1 400 790	1 919 030	2 575 941
December	1 565 314	2 076 907	3 626 035
Summe	16 186 290	21 579 502	29 130 910

[1]) „Oil, paint and drug reporter." New York, 39, Nr. 1, 1890.

Mit den Bukeyelinien wurden gefördert in den Jahren

1888 . .	8 881 303 Barrels	1890 . .	11 918 729 Barrels
1889 . .	10 255 851 „		

An Fabriken für den Export ꝛc. wurden von den Pipe lines-Gesellschaften abgegeben:

New York und Pennsylvanien	1888 . . .	26 470 655 Barrels
	1889 . . .	29 492 864 „
	1890 . . .	30 628 739 „
Bukeyelinien	1888 . . .	1 451 549 „
	1889 . . .	1 350 734 „
	1890 . . .	4 120 976 „

Auf der Apscheronhalbinsel befinden sich nach Privatmittheilungen derzeit 21 Leitungen (Pipe lines), die lediglich das Rohöl von den Gewinnungsstätten in die Fabriken führen.

Durch besondere Lebhaftigkeit zeichnet sich die Förderung der Rohöle von der Balachani- und Sabuntschigegend in die Fabriken im Jahre 1889 dem Jahre 1888 gegenüber aus. So wurden im Jahre

1888 . . . . 25 598 761 m-Ctr.
1889 . . . . 28 344 798 „

transportirt. Die Förderungsmenge stieg allmälig vom Januar an, in welchem Monate an die Fabriken der Schwarzen Stadt 1 758 793 m-Ctr. Rohöl zugestellt wurden, bis zu 3 285 182 m-Ctr. im August; von hier ab war ein Fallen der Förderung bemerkbar bis December, doch war die geförderte Menge um 299 842 m-Ctr. größer, als im Januar desselben Jahres. In der folgenden Aufstellung ist ersichtlich gemacht, in welcher Weise die Firmen der Balachani- und Sabuntschigegend an der Gesammtförderung durch die Pipe lines betheiligt waren.

Förderung durch die Pipe lines in Balachani und Sabuntschi 1889 [1]):

1.	Artemjeff	2 297 939 Pud
2.	Arafelow	10 828 701 „
3.	Adamow und Gebr. Budagow .	18 754 978 „
4.	Bakuer Naphtagesellschaft . . .	5 401 667 „
5.	Lianosow	6 708 120 „
6.	Gebr. Nobel	40 348 619 „
7.	Mirsoeff u. Co.	15 414 952 „
8.	Kaspigesellschaft	16 598 659 „
9.	Kaplaw	15 236 318 „
10.	Ktschmito	14 155 247 „
11.	Zaturow u. Co.	15 353 764 „
12.	Schibajeff u. Co.	10 452 384 „
13.	Tschknaberoff u. Co.	2 343 117 „
	Summe . . .	173 894 465 Pud
		resp. 28 344 798 m-Ctr.

[1]) Han u. Kolobow: „Ueber die Naphtaindustrie der Apscheronhalbinsel“ 1889.

Es betheiligten sich somit an der Oelförderung 13 Firmen. Von den im Betriebe befindlichen Rohrleitungen sind die meisten zur Schwarzen, nur wenige zur Weißen Stadt und eine Leitung zur Surachaner Fabrik gelegt.

Die Transportkosten in die Fabriken beliefen sich im Jahre 1889 auf eine halbe Kopeke per Pud, stiegen aber für schwere Oele, und in den Monaten der Haupterzeugung auch für die leichten Oele bis auf drei Viertel und sogar eine Kopeke.

Außer der mit Pipe lines geförderten Erdölmenge von 28 344 798 m-Ctr. wurden in die Fabriken zugeführt:

71 827 m-Ctr. in Cisternenwagen und
12 240 „ „ Arben (zweirädrigen Wagen).

Cisternenwagen. Während in den Vereinigten Staaten von Nordamerika der Transport von Rohöl ꝛc. in Cisternenwagen nur eine untergeordnete Rolle spielt, haben die geographischen Verhältnisse und gewisse wirthschaftliche Interessen auf der Apscheronhalbinsel die Veranlassung zur Entwickelung des Waggontransportes gebildet.

Die geographische Beschaffenheit, insbesondere des Kaukasus, erschwert sehr die Anlage von Pipe lines und auch die Regierung, die eine Monopolisirung des Transportes und einen Rückgang der staatlichen Bahnen fürchtet, stellt sich bis heute dem Project einer Rohrleitung von Baku nach Batum entgegen; denn nichts wäre in dem Falle natürlicher, als daß ein großer Theil der Petroleumindustrie, einem allgemeinen Bedürfniß entsprechend, von der Apscheronhalbinsel nach Batum abgelenkt würde.

Die Summe der rollenden Cisternenwagen der transkaukasischen Eisenbahn betrug für das Jahr 1890 5485 Stück, und zwar 1200 der Bahn gehörige und 4285 im Privatbesitz von 85 Firmen befindliche. Neuerdings übernimmt die Regierung sämmtliche Wagen für die Bahn.

Die größte Anzahl von Cisternenwagen besitzen zur Zeit:

Gebr. Nobel	465	Stück
Kaspisch-Schwarze Meergesellschaft	300	„
Schibajeff u. Co.	235	„
Kaspigesellschaft	205	„
Zaturow u. Co.	200	„
Mantaschew	200	„
6 Firmen über	100	„
15 „ „	50	„
19 „ „	25	„
Die übrigen 39 Firmen unter	25	„

Vorräthe. Der amerikanische Rohölmarkt wird wesentlich beeinflußt durch jene Rohölmengen, die von den Pipe lines-Gesellschaften in ihren Leitungen und Reservoirs aufgenommen werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Quantitäten ersichtlich gemacht, die jeweilig den Vorrath bilden. Mit dem Anwachsen und Abnehmen des letzteren ändern sich auch die Preise für das Rohöl.

Totalvorräthe an Rohöl in den Staaten New York und Pennsylvanien für die Jahre 1871 bis 1889 nach Monaten und Jahren geordnet.

Jahre	Januar Barrels	Februar Barrels	März Barrels	April Barrels	Mai Barrels	Juni Barrels
1871	537 751	587 021	642 000	771 000	605 000	554 000
1872	532 971	579 793	662 497	877 832	950 803	1 010 302
1873	1 183 728	1 265 373	1 244 657	1 178 643	1 192 541	1 324 493
1874	1 948 919	2 283 032	2 648 210	2 623 534	2 594 286	2 701 625
1875	4 011 703	4 546 188	4 592 364	4 537 843	4 552 672	4 502 896
1876	3 585 143	3 734 835	3 829 250	3 900 703	3 989 904	3 791 642
1877	2 604 128	2 860 636	3 210 454	3 279 781	3 173 008	2 912 674
1878	3 555 342	3 875 964	4 342 832	4 692 090	4 996 058	5 078 189
1879	5 321 222	5 813 663	6 318 099	6 689 111	6 980 064	7 263 150
1880	8 724 194	9 004 002	9 606 683	10 780 153	11 916 577	13 099 934
1881	20 110 903	21 108 003	22 105 789	22 963 171	23 793 028	24 441 191
1882	26 716 188	27 059 611	27 822 825	28 547 481	29 206 697	29 859 952
1883	35 187 116	35 692 480	35 881 255	37 789 406	35 755 824	35 985 935
1884	35 884 509	36 041 898	36 220 270	36 642 794	38 631 203	38 665 838
1885	37 214 274	36 757 137	36 508 236	36 464 800	36 139 072	35 872 257
1886	34 186 238	34 082 775	33 954 493	33 823 385	33 969 486	34 187 377
1887	33 835 389	33 288 630	32 932 502	32 955 084	32 642 330	32 389 750
1888	26 927 634	26 084 574	25 404 276	24 893 223	24 653 043	24 219 496
1889	18 165 550	17 121 000	16 635 550	16 076 651	16 011 222	15 246 660

Jahre	Juli Barrels	August Barrels	September Barrels	October Barrels	November Barrels	December Barrels	Durchschnitt Barrels
1871	511 220	530 146	541 300	495 102	502 960	532 000	567 458
1872	990 229	997 166	951 410	914 423	886 909	1 084 423	869 896
1873	1 433 620	1 513 890	1 521 185	1 452 777	1 493 875	1 625 157	1 369 161
1874	2 279 479	2 932 444	2 758 504	3 134 902	3 449 845	3 705 639	2 755 035
1875	4 386 720	4 223 397	3 812 945	3 672 101	3 701 235	3 550 207	4 174 189
1876	3 326 726	3 304 405	2 980 456	3 040 108	2 955 092	2 551 199	3 411 622
1877	3 004 728	2 852 544	2 503 657	2 504 012	2 471 798	3 127 837	2 875 434
1878	5 031 600	4 717 877	4 599 362	4 221 769	4 289 309	4 615 299	4 501 308
1879	7 353 382	7 114 195	7 620 525	7 794 634	8 051 469	8 470 490	7 065 834
1880	14 116 753	15 063 651	16 157 316	16 887 019	18 025 409	18 928 430	13 541 682
1881	24 888 337	25 005 187	25 066 657	25 309 361	25 509 285	26 019 704	28 830 051
1882	30 715 144	31 772 094	32 400 303	32 608 533	33 728 555	34 596 612	30 419 500
1883	36 371 922	36 164 881	35 752 677	35 613 915	35 506 653	35 745 632	35 953 975
1884	38 985 767	39 084 561	38 740 734	38 192 317	37 925 756	37 366 126	37 698 481
1885	35 686 909	35 343 771	34 939 902	34 763 857	34 668 437	34 428 841	35 732 291
1886	34 428 490	34 800 397	35 061 614	35 027 877	34 525 871	34 156 605	34 350 467
1887	32 289 269	32 003 536	31 340 939	30 662 583	29 325 951	28 006 211	31 806 015
1888	23 586 951	22 825 298	21 876 681	20 722 024	19 734 132	18 995 814	23 326 928
1889	14 541 110	13 858 800	13 187 550	12 444 000	12 022 227	11 562 222	14 713 333

Die Zahlen für das Jahr 1889 wurden einer russischen Quelle (Uebersicht der Thätigkeit der Naphtaindustrie der Apscheronhalbinsel für 1889 von dem

Congreß der Naphtaindustriellen, Baku, Typographie der Kaspizeitung 1890) per Million Pud entnommen und in Barrels umgerechnet.

Nach dem Oil, paint and drug reporter 1891, XXXIX, Nr. 25 sind etwas veränderte Zahlen für die Lager angeführt. Jos. D. Weeks theilt mit, daß der Vorrath von Rohöl am 31. December 1888 und 1889 sowie 1890 und 1891 in Barrels folgender war:

	Pennsylvanien u. New York	Ohio	Colorado	Kansas	Illinois	Texas
31. Decbr. 1888:	18 999 814	10 161 842	13 092	240	110	6
31. „ 1889:	11 562 594	14 445 997	36 034	150	100	48
31. „ 1890:	9 993 600	—	—	—	—	—
31. „ 1891:	16 002 856	—	—	—	—	—

Außerdem befanden sich im Staate Ohio am 1. Januar 1890

in Maksburg	310 848 Barrels	
„ Lima	14 115 997 „	(?)

Trotz der angeblich unangenehmen Eigenschaften, die das Ohioöl besitzen soll (mit einem Schwefelgehalt von 0,5 Proc.), steigt dennoch die Erzeugung resp. der Bedarf.

Im Bakudistrict betrugen die Lager an den Brunnen im Jahre 1890 pro jeden Monat:

Januar . . .	9 727 668 Barrels	Juli	202 959 Barrels
Februar . . .	1 161 163 „	August . . .	104 004 „
März . . .	1 073 743 „	September . .	158 471 „
April . . .	888 645 „	October . . .	175 293 „
Mai	722 017 „	November . .	467 666 „
Juni	377 672 „	December . .	573 096 „
	5 155 908 Barrels		6 837 417 Barrels.

Vorrathsreservoirs. Die variirenden Preise für Rohöl und die immensen Mengen von Rohöl, die in den früheren Jahren, besonders im Jahre 1887, auf der Apscheronhalbinsel verloren gingen, zwangen die Naphtaindustriellen, sich mit der Frage der rationellen Aufbewahrung der Erdöle zu beschäftigen und sichere Aufbewahrungsräume hierfür einzurichten.

Im Jahre 1890 waren auf der Apscheronhalbinsel die folgenden Reservoirs aufgestellt [1]):

I. Balachani und Sabuntschi.

Art der Vorrathsreservoirs	Zahl	Inhalt
1. Offene Erdbassins	72	16 826 000 Pud
2. Gedeckte Gruben	16	5 277 000 „
3. Holzreservoirs	22	213 140 „
4. Gedeckte Steingruben	62	3 646 280 „
5. Eisenreservoirs	55	1 855 280 „
6. Diverse Aufbewahrungsreservoirs .	4	675 000 „
	231	28 492 700 Pud resp. 4 644 100 m-Ctr.

[1]) Congreß der Naphtaindustriellen 2c.

II. Bibiejbat.

Art der Vorrathsreservoirs	Zahl	Inhalt
1. Offene Erdbassins	7	5 100 000 Pud
2. Gedeckte Gruben	2	200 000 „
3. „ Steingruben	2	475 000 „
4. Eisenreservoirs	1	25 000 „
	12	5 800 000 Pud
		resp. 945 400 m=Ctr.

Es befanden sich also auf der Apscheronhalbinsel insgesammt 243 Aufbewahrungsreservoirs mit einem Inhalt von 5 589 100 m=Ctr.

Diesen schließen sich gleichfalls an die Werkvorrichtungen und Behälter der Fabriken im Bakuer District:

Fabrikswerkvorrichtungen und Behälter der Erdölproducte im Bakuer Rayon 1889.

	Fabrikswerkvorrichtungen – Capacität in Cubikmetern				Behälter – Capacität in Cubikmetern			
	Destillirkessel	Mischapparate	Klärreservoirs	Reservoirs für Heizzwecke	Reservoirs für Rohöl	Massutgruben	Destillatreservoirs	Reservoirs für Raffinade
148 Fabriken	173710·34	12399·07	9717·07	418·49	2746·57	5817·83	3907·48	1916·93
Kerosinstationen, Massut= u. Rohöllagerplätze	—	129·95	103·90	497·13	12321·94	3931·66	53·79	135·91
Summe in Cubikmetern	17371·34	12529·65	982·16	915·62	286978·94	9749·49	39128·59	2052·84
Summe in Meterctrn.	149 200	100 528	78 808	73 472	2 464 873	8 682 432	315 968	1 695 344

Außer diesen an den Fundstätten und in den Fabriksdistricten der Apscheronhalbinsel befindlichen Behältern sind bedeutende Reservoirs in Batum aufgestellt, denn von hier erfolgt der weitaus größte Theil des Exportes in das Ausland und das südliche Rußland in Tankschiffen.

Folgende Tabelle enthält die Zahl und den Inhalt der Reservoirs für die verschiedenen Erdölproducte in Batum, mit Anführung der Besitzer derselben:

Batum.

Firmen	Kerosin		Destillat		Schmieröle		Rückstände	
	Anzahl der Reservoirs	Gesammtinhalt in Metercentnern	Anzahl der Reservoirs	Gesammtinhalt in Metercentnern	Anzahl der Reservoirs	Gesammtinhalt in Metercentnern	Anzahl der Reservoirs	Gesammtinhalt in Metercentnern
1. Transkaukasische Eisenbahn	4	65 200	—	—	—	—	2	23 600
2. Kaspi-Schwarze-Meer-Gesellschaft	17	375 809	4	65 000	3	6 030	1	3 300
3. Gebr. Nobel	8	200 000	—	—	4	25 010	1	2 500
4. Schibajeff u. Co.	6	15 000	—	—	—	—	—	—
5. Naschauer [1]) und Offenheim	4	10 000	2	35 000	—	—	—	—
6. Burghardt u. Co.	4	91 660	2	16 000	—	—	—	—
7. Totin	4	95 830	—	—	—	—	—	—
8. Stuart	2	50 000	—	—	—	—	—	—
9. Richner u. Co.	2	35 000	—	—	—	—	—	—
10. Stephanini	1	29 170	—	—	—	—	—	—
11. Scheber und Grote	—	—	—	—	3	26 600	—	—
12. Mantaschew	2	25 000	—	—	—	—	—	—
13. Gebr. Zowjanew	1	25 000	—	—	—	—	—	—
14. Madatow	1	25 000	—	—	—	—	—	—
15. Angelides	3	17 500	—	—	—	—	—	—
16. Melkonow	2	10 000	—	—	—	—	—	—
17. Gebr. Mnazakanow	1	10 000	—	—	—	—	—	—
	62	1 172 160	8	116 000	10	37 640	4	38 400

[1]) Seit einem Jahre nicht mehr.

Recapitulation.

Inhalt	Zahl	Capacität
Für Kerosin	62	1 172 160 m=Ctr.
„ Destillat	8	116 000 „
„ Schmieröle	10	37 640 „
„ Rückstände	4	38 400 „
	84	1 364 200 m=Ctr.

Die, in das Central= und nördliche Rußland, sowie ins Ausland per Bahn transportirten Erdölproducte werden aus Baku per Tankschiff über Astrachan auf der Wolga transportirt; und bildet Zarizin den Hauptsammelpunkt.

Diese Stadt stellt für das innere Rußland dasselbe vor, was Batum für das Ausland.

In Zarizin befanden sich im Jahre 1889 94 Reservoirs mit einem Inhalt von 9 195 100 Pud = 1 498 800 m=Ctr., welche wie folgt vertheilt waren:

Für Kerosin	7 067 200 Pud
„ Schmieröle	12 600 „
„ Benzin	15 300 „
„ Rückstände	2 100 000 „

Der nächstwichtige Punkt auf dieser Linie ist Nischnj=Nowgorod respective Sorosnow, ein circa 8 km nördlich von Nischnj=Nowgorod, am rechten Ufer der Wolga gelegenes Städtchen, das sich allmälig zu einer aufblühenden Transportstation entwickelt hat.

Die Weiterbeförderung geschieht hier entweder durch directe Umladung von den Barken oder den Vorrathsbehältern in die Waggons.

Im Jahre 1889 waren daselbst 25 Reservoirs, 10 Firmen gehörend, mit einem Inhalt von 575 400 m=Ctr. aufgestellt und befanden sich 10 Gruben für Rückstände mit einer Capacität von 945 400 m=Ctr.

In Astrachan befinden sich zwei Reservoirs mit einem Inhalt von 63 766 m=Ctr.

In Saratow sind 25 Reservoirs vorhanden, die

für Kerosin	einen Inhalt von	224 125 m=Ctr.
„ Schmieröle	„ „ „	34 230 „
„ Rückstände	„ „ „	257 230 „ haben.

In Batraki befinden sich neun Reservoirs mit einer Capacität von 93 480 m=Ctr.

Wie groß die Bedeutung der Firma der Gebrüder Nobel für den Erdölwelthandel ist, beweist am besten die Zahl und die weit verzweigte Vertheilung der Reservoirs. Die Firma besitzt insgesammt 207 Reservoirs mit einem

Gesammtfassungsraum von 2 008 323 m-Ctr. Davon je 33 Stück in Domnino und Zarizin, 13 in Batum, je 14 in Petersburg und Warschau, in Rostwo am Don 2c. Von den Reservoirs dienen:

156	für Kerosin	mit	1 824 133 m-Ctr.
17	„ Schmieröle	„	61 385 „
14	„ Benzin	„	2 445 „
20	„ Rückstand	„	117 360 „
207			2 008 323 m-Ctr.

Oesterreich-Ungarn.

Unter den ölproducirenden Ländern nimmt Oesterreich-Ungarn eine ganz exceptionelle Stellung ein. Der heute so ausgedehnte Consum, der bis vor ein bis zwei Jahren nur zum geringen Theil durch die Inlandproduction gedeckt wurde, ist ein verhältnißmäßig junger Importartikel. Erst im Jahre 1872 fand es der Fiscus rentabel, ihn unter Zoll, somit unter Controle zu setzen. Der Eingangszoll speciell für Petroleum betrug in den Jahren 1872 bis 1874 75 Kreuzer, vom Jahre 1875 bis 1878 1 Gulden 50 Kreuzer, während in dieser Zeit Rohöl zollfrei einging [1]). Vom Jahre 1879 angefangen, specificirte sich die Tarifirung des Zollsatzes und nahm selbst Rücksicht auf das specifische Gewicht, sowohl des eingehenden Rohöles als des Raffinads, und wurde vom 1. September 1882 unter Erhöhung der einzelnen Sorten gleichzeitig eine Steuer von 6 Gulden Papier (den Agioverhältnissen entsprechend, ein versteckter Gewinn für den Producenten) auf das im Inlande erzeugte Raffinad eingeführt, um theils die Differenz zwischen dem Rohöl und Raffinadzoll auszugleichen, theils um unter Protegirung der Inlandsfabrikation vom aus in- oder ausländischem Rohöl erzeugten Raffinad die durch die Steuererhöhung beabsichtigte Ertragshöhe zu erzielen.

Dies gab den Impuls zur Erbauung neuer Fabriken, die es sich zur Aufgabe stellten, den steigenden Consum mit im Inlande erzeugten Producten zu decken; Preisstürze, Ueberproduction sind die unausbleiblichen Folgen dieser gesteigerten Thätigkeit. Trotz der ziffernmäßig nachweisbar gesteigerten Rohölproduction in Galizien haben die meisten Fabriken noch ihr Hauptaugenmerk auf die Verarbeitung von ausländischem (und ganz besonders kaukasischem) Rohöl gerichtet. In den letzten Jahren hat sich die Lage insoweit geändert, als der geringe Preis der Oele, die Nachfrage nach solchen, auf die galizischen Rohöle hingewiesen haben, so daß die gegründete Hoffnung vorhanden ist, daß bei intensiver Ausbeutung der Oelfelder Galiziens, dieses zum mindesten Oesterreich gänzlich mit Rohöl versorgen wird.

---

[1]) Hans Urban: „Der Petroleumimport und die Petroleumindustrie Oesterreich-Ungarns nach officiellen statistischen Daten.“ Chemiker- und Techniker-Zeitung, VI. Jahrg., Nr. 2. Ergänzt durch freundlichst vom Verfasser überlassene Mittheilungen.

Galizien producirte an Rohöl in Metercentnern[1]) (nach Leon Syroczynski) im Jahre

1882 . . .	200 000 m=Ctr.	1887 . . .	800 000 m=Ctr.
1883 . . .	250 000 „	1888 . . .	1 000 000 „
1884 . . .	350 000 „	1889 . . .	1 120 000 „
1885 . . .	500 000 „	1890 . . .	1 225 000 „
1886 . . .	650 000 „		

Die folgende Tabelle zeigt die Production und Consumverhältnisse für das letzte Decennium. Der Consum ist ein stetig zunehmender, aber auch die Zahl und Leistungsfähigkeit der Fabriken eine dem entsprechende.

Leuchtölproduction und Consum von Oesterreich=Ungarn.

Jahr	Production m=Ctr.	Consum m=Ctr.	
1880	150 000	1 179 740	
1881	156 000	1 329 470	
1882	200 000	1 256 000	Zollerhöhung
1883	362 500	1 116 500	
1884	640 500	1 216 200	
1885	912 000	1 359 000	
1886	1 109 244	1 369 400	
1887	1 210 810	1 365 875	
1888	1 301 300	1 374 500	
1889	1 452 600	1 532 000	
1890	1 500 000 geschätzt	1 575 000 geschätzt.	

Die Steuererträge haben gleichfalls eine bedeutende Steigerung erfahren. Sie betrugen für das Jahr

1882 . . .	414 354 Gulden	1886 . . .	7 210 086 Gulden
1883 . . .	2 355 091 „	1887 . . .	7 863 841 „
1884 . . .	4 161 667 „	1888 . . .	9 102 646 „
1885 . . .	5 916 418 „	1889 . . .	9 429 799 „

Da die Steuer dem Staatentheil, in welchem das Petroleum erzeugt wird, zufällt, hat die ungarische Reichshälfte den Hauptantheil dieser Steuer, indem hier die bedeutendsten Fabriken liegen.

Oesterreich=Ungarns Export ist ein ganz minimaler. Nur galizisches Rohöl, Gasöl und Benzin finden im Auslande Absatz.

Der Export betrug in den Jahren

	1884 m=Ctr.	1885 m=Ctr.	1886 m=Ctr.	1887 m=Ctr.
Rohöl . . .	11 159	30 552	25 342	3124
Raffinirtes Oel	47 341			1619

[1]) Diese Ziffern sind halb officiell, man kann jedoch ca. 25 Proc. zuschlagen.

	1888 m.-Ctr.	1889 m.-Ctr.	1890 m.-Ctr.	1. Quartal 1891 m.-Ctr.
Rohöl	11 021	6 822	13 884	1288
Raffinirtes Oel . . .	2 738	3 787	6 391	3199
Schmieröl	1 053	2 722	2 159	384
Benzin	5 571	21 505	18 628	2722

Um so bedeutender ist der Import an allen Erdölproducten. Der Kaukasus ist hierbei am stärksten betheiligt, während die Vereinigten Staaten von Nordamerika nach Oesterreich-Ungarn in letzter Zeit ausschließlich nur Rohöle und Schmieröle exportiren. Rumänien liefert durch den Zollkrieg seit Jahren nur Rohöl für einige ungarische Fabriken.

Oesterreich-Ungarn importirte:

A. Rohöl.

Im Jahre	In Metercentnern	Im Handelswerth Gulden (Papier)	Zollertrag Gulden (Gold)
1872	43 231	432 310	—
1873	22 674	226 740	—
1874	29 217	116 868	—
1875	13 295	106 360	—
1876	9 219	920 190	—
1877	46 122	461 220	—
1878	41 622	624 330	—
1879	63 374	404 692	44 827
1880	99 700 1)	437 350	60 218
1881	86 801 2)	364 914	62 455
1882	129 168 3)	665 572	99 974
1883	244 401 4)	1 324 056	310 795
1884	589 676 5)	3 602 664	930 690
1885	880 753 6)	4 945 012	1 256 639
1886	928 021 7)	4 582 440	1 177 586
1887	892 866 8)	3 719 912	1 342 057
1888	1 074 599 9)	417 479	1 998 958
1889	1 250 289 10)	5 531 629	2 352 133
1890	1 243 435 11)	5 066 923	2 146 351
1891 bis Ende August	739 284 12)	3 177 198	1 389 640

Von dem Jahre 1880 erfolgte die verschiedene Vertheilung nach der Qualität der Rohöle sub 1) bis sub 12) in folgender Weise:

Nummer	Schwere Rohöle	Leichte Rohöle	Aus Rumänien	Zu Beleuchtungs-ölen unverwendbar
1	94 653	913	—	4134
2	82 310	218	—	4264
3	125 600	1 010	—	3058
4	159 718	80 835	—	3848
5	27 797	390 827	170 822	18
6	249 681	418 001	212 953	118
7	583 352	215 242	129 189	238
8	668 596	84 313	138 710	243
9	813 561	91 514	169 464	54
10	997 819	87 816	164 339	112
11	901 912	85 556	155 901	66
12	587 190	52 655	99 287	151 1/2

B. Petroleum.

Im Jahre	In Metercentnern	Handelswerth Gulden (Papier)	Zollertrag Gulden (Gold)
1872	934 903	14 023 545	701 140
1873	1 290 613	19 359 195	967 903
1874	1 377 314	10 329 855	1 232 985
1875	807 496	9 689 952	1 211 244
1876	836 381	15 054 838	1 254 543
1877	1 043 611	16 697 776	1 565 416
1878	1 050 592	16 809 472	1 575 846
1879	860 240	7 742 160	2 580 720
1880	1 029 741	9 525 104	3 089 223
1881	1 336 466	11 359 961	4 009 398
1882	1 650 004	8 632 363	5 451 931
1883	754 010	7 389 298	7 389 238
1884	675 676	6 250 003	6 757 320
1885	447 134	3 800 638	4 470 970
1886	260 152	1 925 125	2 600 220
1887	154 863	1 122 757	1 548 630
1888	72 816	527 916	728 160
1889	80 199	581 443	801 990
1890	74 797	542 278	747 970
1891 bis Ende August	37 304	261 128	373 040

C. Benzin.

Im Jahre	In Metercentnern	Handelswerth Gulden (Papier)	Zollertrag Gulden (Gold)
1872	3220	64 400	2415
1873	4428	88 560	3321
1874	3203	32 030	2402
1875	2455	44 910	3742
1876	2511	100 440	3768
1877	2490	64 740	3735
1878	2087	54 260	3130
1879	2	26	3
1880	73	1 095	109
1881	890	12 460	1395
1882	1320	18 679	599
1883	2572	27 000	—
1884	2790	29 295	—
1885	1655	16 550	—
1886	427	4 056	—
1887	382	2 930	297
1888	143	1 037	—
1889	274	1 986	—
1890	—	—	—
1891 bis Ende August	86	645	—

D. Schmieröle und Schweröle.

Im Jahre	In Metercentnern	Handelswerth Gulden (Papier)	Zollertrag Gulden (Gold)
1879	8 856	123 984	13 284
1880	24 014	289 368	36 171
1881	52 230	417 840	78 345
1882	57 117	1 113 391	92 901
1883	74 244	779 562	141 056
1884	81 460	814 600	154 736
1885	76 476	688 284	145 270
1886	99 865	848 852	189 524
1887	85 907	671 788	185 158
1888	127 831	522 368	246 723
1889	66 711	644 848	312 771
1890	83 515	802 202	384 627
1891 bis Ende August	45 267	417 521	209 919

II. Bibiejbat.

Art der Vorrathsreservoirs	Zahl	Inhalt
1. Offene Erdbassins	7	5 100 000 Pud
2. Gedeckte Gruben	2	200 000 „
3. „ Steingruben	2	475 000 „
4. Eisenreservoirs	1	25 000 „
	12	5 800 000 Pud resp. 945 400 m-Ctr.

Es befanden sich also auf der Apscheronhalbinsel insgesammt 243 Aufbewahrungsreservoirs mit einem Inhalt von 5 589 100 m-Ctr.

Diesen schließen sich gleichfalls an die Werkvorrichtungen und Behälter der Fabriken im Bakuer District:

Fabrikswerkvorrichtungen und Behälter der Erdölproducte im Bakuer Rayon 1889.

	Fabrikswerkvorrichtungen — Capacität in Cubikmetern				Behälter — Capacität in Cubikmetern			
	Destillirkessel	Mischapparate	Klärreservoirs	Reservoirs für Heizzwecke	Reservoirs für Rohöl	Masutgruben	Destillatreservoirs	Reservoirs für Raffinade
148 Fabriken	173710·34	12399·07	9717·07	418·49	2746·57	5817·83	3907·48	1916·93
Kerosinstationen, Masut- u. Rohöllagerplätze	—	129·95	103·90	497·13	12321·94	3931·66	53·79	135·91
Summe in Cubikmetern	17371·34	12529·65	982·16	915·62	286978·94	9749·49	39128·59	2052·84
Summe in Meterctrn.	149 200	100 528	78 808	73 472	2 464 873	8 682 432	315 968	1 695 344

Außer diesen an den Fundstätten und in den Fabriksdistricten der Apscheronhalbinsel befindlichen Behältern sind bedeutende Reservoirs in Batum aufgestellt, denn von hier erfolgt der weitaus größte Theil des Exportes in das Ausland und das südliche Rußland in Tankschiffen.

Folgende Tabelle enthält die Zahl und den Inhalt der Reservoirs für die verschiedenen Erdölproducte in Batum, mit Anführung der Besitzer derselben:

Batum.

Firmen	Kerosin		Destillat		Schmieröle		Rückstände	
	Anzahl der Reservoirs	Gesammtinhalt in Metercentnern	Anzahl der Reservoirs	Gesammtinhalt in Metercentnern	Anzahl der Reservoirs	Gesammtinhalt in Metercentnern	Anzahl der Reservoirs	Gesammtinhalt in Metercentnern
1. Transkaukasische Eisenbahn	4	65 200	—	—	—	—	2	23 600
2. Kaspi-Schwarze-Meer-Gesellschaft	17	375 809	4	65 000	3	6 030	1	3 300
3. Gebr. Nobel	8	200 000	—	—	4	25 010	1	2 500
4. Schibajeff u. Co.	6	15 000	—	—	—	—	—	—
5. Naschauer [1]) und Offenheim	4	10 000	2	35 000	—	—	—	—
6. Burghardt u. Co.	4	91 660	2	16 000	—	—	—	—
7. Totin	4	95 830	—	—	—	—	—	—
8. Stuart	2	50 000	—	—	—	—	—	—
9. Richner u. Co.	2	35 000	—	—	—	—	—	—
10. Stephanini	1	29 170	—	—	—	—	—	—
11. Scheber und Grote	—	—	—	—	3	26 600	—	—
12. Mantaschew	2	25 000	—	—	—	—	—	—
13. Gebr. Zowjanew	1	25 000	—	—	—	—	—	—
14. Madatow	1	25 000	—	—	—	—	—	—
15. Angelides	3	17 500	—	—	—	—	—	—
16. Melkonow	2	10 000	—	—	—	—	—	—
17. Gebr. Mnazakanow	1	10 000	—	—	—	—	—	—
	62	1 172 160	8	116 000	10	37 640	4	38 400

[1]) Seit einem Jahre nicht mehr.

Recapitulation.

Inhalt	Zahl	Capacität
Für Kerosin	62	1 172 160 m-Ctr.
„ Destillat	8	116 000 „
„ Schmieröle	10	37 640 „
„ Rückstände	4	38 400 „
	84	1 364 200 m-Ctr.

Die, in das Central- und nördliche Rußland, sowie ins Ausland per Bahn transportirten Erdölproducte werden aus Baku per Tankschiff über Astrachan auf der Wolga transportirt; und bildet Zarizin den Hauptsammelpunkt.

Diese Stadt stellt für das innere Rußland dasselbe vor, was Batum für das Ausland.

In Zarizin befanden sich im Jahre 1889 94 Reservoirs mit einem Inhalt von 9 195 100 Pud = 1 498 800 m-Ctr., welche wie folgt vertheilt waren:

Für Kerosin	7 067 200 Pud
„ Schmieröle	12 600 „
„ Benzin	15 300 „
„ Rückstände	2 100 000 „

Der nächstwichtige Punkt auf dieser Linie ist Nischnj-Nowgorod respective Sorosnow, ein circa 8 km nördlich von Nischnj-Nowgorod, am rechten Ufer der Wolga gelegenes Städtchen, das sich allmälig zu einer aufblühenden Transportstation entwickelt hat.

Die Weiterbeförderung geschieht hier entweder durch directe Umladung von den Barken oder den Vorrathsbehältern in die Waggons.

Im Jahre 1889 waren daselbst 25 Reservoirs, 10 Firmen gehörend, mit einem Inhalt von 575 400 m-Ctr. aufgestellt und befanden sich 10 Gruben für Rückstände mit einer Capacität von 945 400 m-Ctr.

In Astrachan befinden sich zwei Reservoirs mit einem Inhalt von 63 766 m-Ctr.

In Saratow sind 25 Reservoirs vorhanden, die

für Kerosin einen Inhalt von 224 125 m-Ctr.
„ Schmieröle „ „ „ 34 230 „
„ Rückstände „ „ „ 257 230 „ haben.

In Batraki befinden sich neun Reservoirs mit einer Capacität von 93 480 m-Ctr.

Wie groß die Bedeutung der Firma der Gebrüder Nobel für den Erdölwelthandel ist, beweist am besten die Zahl und die weit verzweigte Vertheilung der Reservoirs. Die Firma besitzt insgesammt 207 Reservoirs mit einem

Erdöl- und Leuchtölpreise. In der nachfolgenden Zusammenstellung, die durch eine graphische Tabelle übersichtlicher dargestellt ist, finden wir die Schwankungen, welche die Pipe lines-Certificate, d. h. die Rohölpreise, in den Jahren 1882 bis 1889 durchgemacht haben.

Die Preise beziehen sich auf das Rohöl — in Barrels — an den Brunnen. Die Zahlen selbst sind keine wirklichen Durchschnittspreise, in dem Sinne, daß sowohl der Preis als auch die Mengen, die zu diesen Preisen verkauft wurden, in Berücksichtigung gezogen sind. Sie bedeuten nichts Anderes, als den Durchschnitt aller erzielten Preise. Des Verständnisses halber und mit Rücksicht auf Cursschwankungen sind die Originalwerthe, also Dollar, Cent, Barrel resp. Kopeke, Pud, angegeben.

Monatliche und jährliche Durchschnittspreise der Pipe lines-Certificate von Rohöl an den Brunnen für die Jahre 1882 bis 1888. (Siehe Tafel VI, a. f. S.)

Monate	1882 Doll. Cent	1883 Doll. Cent	1884 Doll. Cent	1885 Doll. Cent	1886 Doll. Cent	1887 Doll. Cent	1888 Doll. Cent
Januar . . .	0,83 1/8	0,93 3/4	1,11	0,70 7/8	0,88 3/8	0,70	0,91 1/4
Februar . . .	0,24 1/2	1,01	1,04 3/8	0,72 3/8	0,79 7/8	0,64 1/8	0,91 5/8
März . . .	0,81 3/8	0,97 5/8	0,98 1/8	0,80 1/8	0,77 1/4	0,63 3/8	0,97 5/8
April	0,78 3/8	0,92 3/8	0,94	0,78 1/2	0,77 1/8	0,64 7/8	0,82 5/8
Mai	0,71 1/2	1,00 1/8	0,85 5/8	0,79	0,70	0,64 1/8	0,86 3/4
Juni	0,54 3/8	1,16 3/8	0,68 5/8	0,82	0,66 1/2	0,62 5/8	0,75 7/8
Juli	0,57 4/10	1,05 7/8	0,63 1/2	0,92 1/2	0,66	0,59 1/4	0,80 5/8
August	0,58 5/8	1,08 1/2	0,81 1/8	1,00 1/4	0,62 1/8	0,60 1/8	0,90 1/8
September . .	0,72 1/8	1,12 1/2	0,78	1,00 3/4	0,63 7/8	0,67	0,93 5/8
October . . .	0,93 3/4	1,11 1/8	0,71 1/8	1,05 1/2	0,65 1/8	0,70 7/8	0,90 5/8
November . .	1,14	1,14 1/2	0,72 1/2	1,04 3/8	0,71 5/8	0,73 7/8	0,85 3/8
December . . .	0,96	1,14 3/4	0,74 3/8	0,98 7/8	0,70 5/8	0,80 3/4	0,89 1/4
Durchschnitt .	0,78 7/8	1,05 3/4	0,83 1/2	0,88 resp. 0,87 7/8	0,71 1/4	0,66 3/4	0,87 5/8

für die Jahre 1889 = 0,94 1/8, 1890 = 0,86 3/4, 1891 = 0,67.

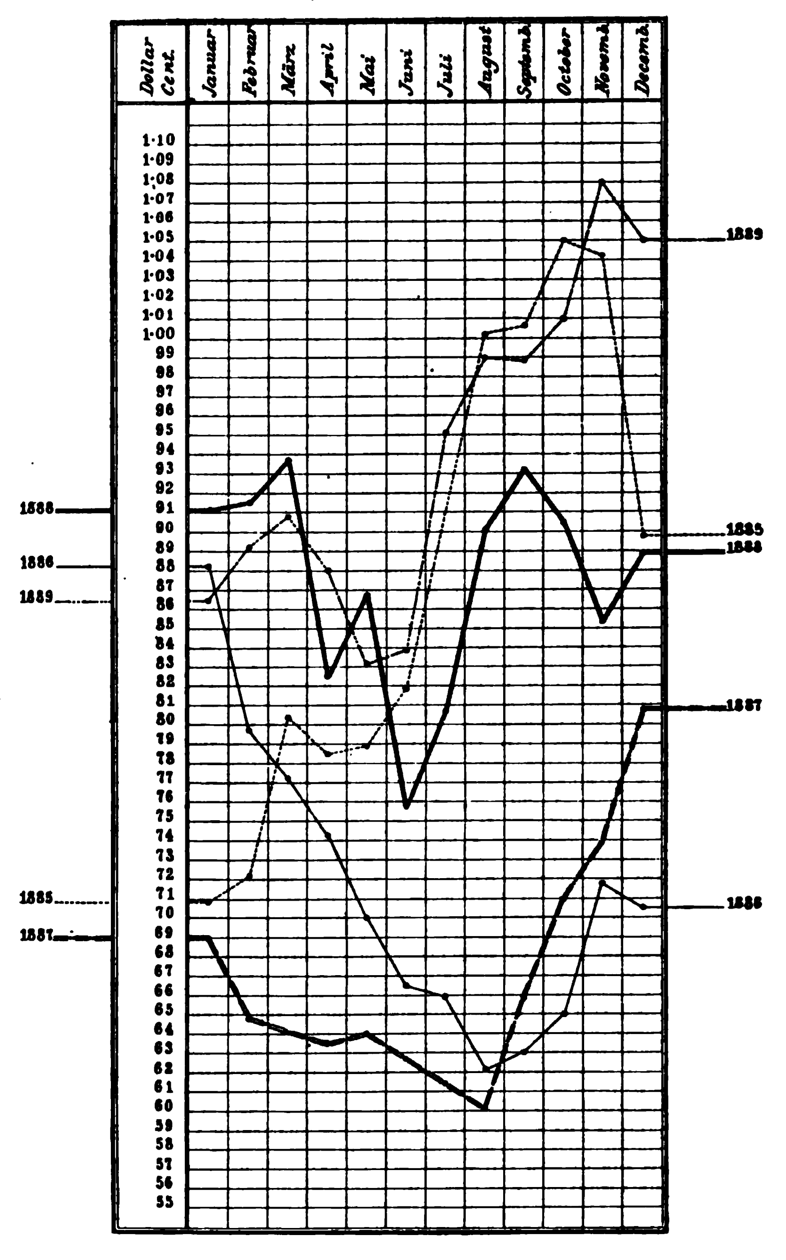
In Folge der russischen Concurrenz fiel in den Jahren 1890 und 1891 der Rohölpreis in Amerika und betrug der Durchschnittspreis in diesen Jahren etwa 68 Cent per Barrel, in Ohio ging er sogar bis 16 Cent herunter, während im Jahre 1889 die Preise sich noch ziemlich festhielten.

So schwankten dieselben in dem betreffenden Jahre von 86 Cent im Januar bis 83 Cent im Mai, stiegen aber nochmals und erreichten im November sogar 1 Doll. 0,7 Cent per Barrel.

Im Kaukasus sind genaue Mittelpreise der abgesetzten Quantitäten unbekannt und ist es nur sicher, daß die Preise des Rohöles ziemlichen Schwankungen ausgesetzt sind, und hauptsächlich von der Größe und Zahl der neu erschlossenen Brunnen

Tafel VI.

Mittlere monatliche Durchschnittspreise der Certificates (Rohöl) per Barrel in den Districten New York und Pennsylvanien für die Jahre 1885 bis 1889.



abhängig. So waren die Preise anfangs des Jahres 1889 für schweres Oel $1^1/_2$ bis 2 Kopeken per Pud, für leichtes 2 bis 3 Kopeken; letzteres stieg Ende October bis auf 7 Kopeken [1]).

Im Jahre 1890 [2]) änderte sich mit der Production auch der Preis des Rohöles und betrug Ende Juli 50 Cent per Barrel (à 42 Gallonen). Gegen Ende October, als die Wolgaverfrachtung geschlossen wurde und die Ausfuhr für die Wintermonate nur der Bahn nach Batum überlassen war, fiel der Preis ab Grube auf 25 Cent per Barrel. Im November stieg durch Eröffnung einiger Springquellen die Production bedeutend, im selben Maße sank aber auch der Preis des Rohöles bis auf 12 Cent per Barrel ab Grube.

Dampfkessel. Allgemeinen Interesses halber werden im Nachfolgenden noch einzelne technische wichtige Daten erwähnt, die sich auf die Bakuer Industrie beschränken.

Zunächst die zur Bewältigung des Betriebes nothwendigen Dampfkessel, welche Dampf zur Gewinnung von Rohöl aus den Bohrlöchern resp. für die Pumpen zur Förderung des Rohöles durch die Pipe lines in die Naphtastationen und an die Fabriken der Schwarzen Stadt 2c. erzeugen. Zu diesem Zwecke befinden sich, wie aus der unten folgenden Tabelle ersichtlich, in der Balachani- und Sabuntschigegend 476 Dampfkessel mit einer Gesammtleistung von 9014 HP. Nimmt man an, daß 20 Proc. derselben als Reserve dienen, so sind immerhin 7200 HP thätig. Eine jede Pferdekraft braucht im Durchschnitt 5,9 hl Süßwasser per Tag, so daß sich der tägliche Bedarf an Wasser bis 42508,8 hl stellt. Trotz dieses großen Wasserbedarfes, welcher dem Gewichte nach etwa die Hälfte des täglich gewonnenen Rohöles ausmacht, ist bis jetzt noch nichts Definitives für eine rationelle Wasserversorgung geschehen. Außer einer 10 cm-Wasserleitung der Firma Gebr. Nobel, welche ihr Rohölgewinnungsterrain mit Seewasser versorgt, befinden sich noch einige Pumpstationen, 2 bis 3 km von dem Erdölterrain gelegen, welche insgesammt einige Tausend Hektoliter per Tag liefern. Das übrige nothwendige Wasser wird von gewöhnlichen Brunnen beschafft, und auch das Regenwasser gesammelt, welches ebenso wie das von den mißlungenen Bohrlöchern laufende Wasser zum Kesselspeisen benutzt wird.

Zur Charakteristik der Beschaffenheit des Wassers genügt es nur zu erwähnen, daß manche Kessel 5 Proc. und sogar auch 20 Proc. Salze (hauptsächlich Kochsalz) als Niederschlag enthalten. Die Folgen dieser Arbeitsweise sind zahlreiche Kesselexplosionen und häufige Unglücksfälle. Dazu gesellt sich der Umstand, daß für diese Dampfgeneratoren viel mehr Heizmaterial benöthigt wird, als bei Anwendung eines süßen Wassers. Nimmt man an, daß man per Pferdekraft und Tag 66 kg Naphta braucht, so steigt der Verbrauch des letzteren bei Speisung mit Salzwasser bis auf 82 kg, für das Balachani- und Sabuntschigebiet gleichbedeutend mit einem Mehrverbrauch an Heizmaterial von 1100 bis 1200 m-Ctr. per Tag.

---

[1]) Han und Kolobow: „Ueber die Naphtaindustrie der Apscheronhalbinsel", 1889. — [2]) Chemiker- und Techniker-Zeitung 1891, Nr. 13: „Der Petroleumhandel Rußlands im Jahre 1890."

Der tägliche Verbrauch an Naphta zur Heizung der Dampfkessel beträgt 4564 m-Ctr. und der jährliche Verbrauch, 300 Arbeitstage angenommen, stellt sich auf 1 408 320 m-Ctr.

Die Dampfkessel auf dem Naphtagebiete der Apscheronhalbinsel am 1. Januar 1890.

	Zahl der	
	Dampfkessel	Pferdekräfte
I. In Balachani und Sabuntschi:		
1. Bei den Bohrlöchern	356	6623
2. Auf den 13 Pipe lines und 4 Empfangsstationen	66	1661
3. Auf den 28 Wasserpumpstationen	42	524
4. Für sieben diverse Werkstätten	12	206
Anmerkung: Rund 9000 Pferdekräfte, von denen 20 Proc. continuirlich thätig sind, somit die verbrauchte Wassermenge gleich: 7200 × 30,75 [1]) × 24 = 53136 hl beträgt.		
II. In den Districten von Romani	5	74
III. „ „ „ „ Binagadi	2	30
IV. „ „ „ „ Bibiejbat	25	511
Summe	508	9629

Arbeiter. Zum Schlusse eine Zusammenstellung der Arbeiter, welche in dem Naphtagebiete beschäftigt sind, ihrer Anzahl und Nationalität nach. Nach Han und Kolobow waren im Jahre 1890 bei 54 Naphtaproducenten, 2 Naphtastationen und bei 14 Bohrunternehmern, endlich auf 6 Werkstätten im Balachani- und Sabuntschiterrain thätig:

Armenier	Muselmänner	Russen	Verschiedene Nationalitäten
1171	1696	710	185

Insgesammt 3762 Mann.

In dieser Zusammenstellung blieben noch unerwähnt die Tagelöhner, insbesondere die persischen Unterthanen, die sogenannten „Amschari“, die bei den Fontainen und Erdarbeiten beschäftigt sind. Es finden somit in der Balachani- und Sabuntschigegend über 4500 Arbeiter ihren Unterhalt.

Zum Schluß nach Mittheilungen des Herrn Dr. Olszewsky, Secretär des galizischen Naphtavereins, betrugen in Galizien im Jahre 1889 [2]) in 204 in Betrieb stehenden Rohölunternehmungen die

[1]) 30,75 Liter ist der Wasserconsum per Pferdekraft und Stunde. — [2]) Chemiker- und Techniker-Zeitung 1891, Nr. 16.

Zahl der gegrabenen Schächte:	a) im Abteufen	56 (63 im Jahre 1888),	
„ „ „ „	b) gepumpt	509 (558 „ „ 1888),	
Zahl der Bohrlöcher	a) im Abteufen	158 (175 „ „ 1888),	
„ „ „	b) gepumpt	610 (540 „ „ 1888),	
Zahl der Dampfmaschinen, Locomobilen ꝛc.		214.	

Röhrenleitungen waren 53 km (die längste von Wietrzno nach Krosno 14 km). Im Jahre 1891 wurde eine neue Röhrenleitung von Weglowka nach Korezyna 15 km gelegt. Die durchschnittliche Ergiebigkeit der Brunnen in Galizien beträgt im ersten Jahre 10 Barrels, nach fünf Jahren 1 Barrel. Größere Aufschlüsse (in Weglowka) waren 400 Barrels täglich, in Iwonica bis 200 Barrels. Die durchschnittliche Tiefe der Bohrlöcher beträgt 210 bis 240 m — sogar 250 m (in Rowno, Wietrzno ꝛc.), ja sogar 510 m in Sobyna. — Die durchschnittliche tägliche Production an Rohöl in Galizien rechnete man im Jahre 1890 mit 1600 Barrels — heute über 2009 Barrels. Für das letzte Jahr wird sogar eine tägliche Production von 1,5 Millionen Metercentnern Rohöl angenommen.

Erster Anhang.

Literatur über die Geschichte, das Vorkommen, die Chemie ꝛc. des Erdöles [1]).

(Chronologisch geordnet.)

Circa 450 v. Chr. Ctesias, Gas in Karamanien.
Circa 350 v. Chr. Aristoteles, Albanisches Bitumen in „De mirabilibus ascultationibus“, Cap. CXXVII [2]). Bull. Soc. Geol. de France XXV, 25.
Circa 25 v. Chr. Diodor, Bitumen des Todten Meeres [2]). Ebendaselbst.
Circa 25 v. Chr. Vitruv [2]). Ebendaselbst XXIV, 14.
Circa 50 n. Chr. Plinius [2]). Ebendas.
66. Plutarch, Ueber albanisches Bitumen [2]). Ebendaselbst.
120. Aelian, Ueber albanisches Bitumen [2]).
200. Dion Cassius, Ueber albanisches Bitumen.
225. Philostratus. Apollonius von Tyana I, 17.
1300. Marco Polo. Buch I, Cap. III. Col. Yule. Ausgabe 1871.
1325. Abulfeda, Das Todte Meer. Uebersetzt von Ramaud und Slane.
1632. Sagard, Briefe von Joseph de la Roche d'Allion über Erdölspringquellen von Pennsylvanien 1629. Geschichte von Canada.
1638. T. Herbert, Bakuöl. „Some Years travels“ 1638.
1697. D. Herbelot, Fontainen von Hit. Bibliothèque orientale 1697.
1712. Kaempfer, Baku. Amoenitates exoticae, p. 274.
1772. Peter Kalin, Reisen in Nordamerika.
1782. Müller, Beschreibung der in Tyrol üblichen Art, Steinöl zu bereiten. Abh. einer Privatgesellschaft in Böhmen, 333.
1784. Forster, Bakuöl. Second Journey, p. 24.
1795. Michael Symes, Embassy to the court of Ava. London, Bulwer und Co., S. 261.
1797. H. Cox, Oel in Burma. Asiatische Reisen.
1800. S. Turner, Chittagongölgas. Gesandtschaftsbericht an den Hof von Teshoo Lama, Thibet.
1812. Morier, Bakuöl. Reise durch Persien ꝛc. 1812.
1814. Clinton De Witt, Senecaöl. Vortrag gehalten. Litt. and Phil. Soc. New York 1815.
1817. Saussure, Oel von Parma. Ann. Chim. et Pharm. (2) IV, 314—320.
1820. Dr. Thomson, Eigenschaften der Rohnaphta. Journ. of Scienc. IX, 408.
1828. Boussingault, Constitution des Bitumen. Phil. Journ. (2) IX, 487.
1830. Faraday, Ueber die specifische Inductionsfähigkeit der Naphta. Ebendaselbst XIII, 423; Reichenbach, Beiträge zur näheren Kenntniß der trockenen Destillation organischer Körper. Ann. Chim. et Pharm. (2) L, 69.
1832. Gay-Lussac, Anal. de la paraffine. Ebendaselbst 78.

[1]) Bis 1880 aus Peckham: Petroleum etc. — [2]) Ins Französische übersetzt.

1833. Benj. Silliman, Not. of a fountain petrol. Am. Journ. Scienc. XXIII, 97.
1834. d'Aoust Virlet, Nouvelle note, orig. bitum. Bull. Soc. Geol. de France (1) IV, 372; Reichenbach, Ueber das Petroleum oder die Steinöle. Schweigger-Seidel's Jahrbuch IX, 133.
1835. W. Gregory, Rangoon Petroleum. Journ. Asiatic Soc. Bengal. IV, 527.
1838. Böttger, Einfache Methode der Entfärbung des Handelöles. Journ. d. Pharm. XXIV, 367.
1839. M. Fournel, Ueber Anwendung des Petroleums. Compt. rend. IX, 217; Herman, Ueber die Ausstellung in Paris 1839. Nürnberg 1840.
1840. F. Preußer, Destillation der Oele. Journ. d. Pharm.; Carl Ritter, Erdöl 2c. Die Erdkunde von Asien.
1841. Degousie, Ueber ölhaltiges Wasser. Compt. rend. VII, 437; W. Robinson, Petroleum in Assam. Assam 1841.
1842. Conelly, Analysen des Felsenöles. Journ. Asiatic Soc. Bengal. VIII.
1843. Klaproth, Feuerbrunnen in China. Humboldt, Central-Asien 1843.
1845. Humboldt, Naphtafeuer 2c. Kosmos I, 232 bis 234; Kosmos IV, 253.
1848. Kinnier, Baluöl. Persien 1848.
1850. Nasmyth, Tests for oils for lubricating. Journ. Franklin Institute L, 403.
1853. Abbé Huc, Chinesisches Felsenöl. L'empire chinois 1853.
1855. Oldham, Petroleum in Burmah. Miss. Court Ava 1855; B. Silliman jr., Ueber Felsenöl. American Chemist II, 18; P. Wagenmann, Ueber Destillation von Photogen 2c. im Vacuum. Dingl. polyt. Journ. 139, 43.
1856. Bericht über die Feuergefährlichkeit von Mineralöl. Magdeburg.
1857. P. Wagenmann, Destillationsproducte von Rohöl 2c. Dingl. polyt. Journ. 145, 309; M. White, Destillation du petrole. Le Techn. XVIII, 569.
1858. Rogers, Petroleum. Geol. of Pennsylv. 4⁰. I; Vohl, Ostindisches Erdöl. Dingl. polyt. Journ. 147, 374.
1859. Cooke, Naphta. Journ. Scient. Am. VII, 638; Foetterle, Galizische Petroleumindustrie. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. X, 183; Perutz, Verwendung der Laugen bei Erdölreinigung. Le Techn. XX, 519.
1860. Eisenstuck, Ueber die Kohlenwasserstoffe des Steinöles. Ann. der Chem. u. Pharm. CXIII, 169; Newberry, Die Oelbrunnen von Mekka. Canad. Natur. (1) V, 325; Pebal, Untersuchung des galizischen Steinöles. Ann. d. Chem. u. Pharm. CXV, 19; Hagenbach, Bestimmung der Zähigkeit einer Flüssigkeit. Poggend. Ann. 1860, S. 385; Schwarz, Verwendung der galizischen Erdöle. Dingl. polyt. Journ. 156, 464; Wachtel, Die Naphta und die Industrie in Ostgalizien. Ebendas.
1861. H. Sterry, Geschichte des Erdöles. Canad. Natur. (1) VI, 245; B. H. Paul, Carburirung des Gases. Journ. Sc. Am. XI, 503.
1862. Jas. Booth, Experimente mit der Beleuchtung von Mineralölen. Journ. Franklin Institute LXXIII, 373; Fr. Foetterle, Naphtaquellen in Galizien. Berg- u. Hüttenzeitung 1862, S. 367; Pelouze und Cahours, Ueber Petroleum von Pennsylvanien. Compt. rend. LIV, 1241; Sydney Gibbons, Kerosen, was es ist 2c. London, F. Baillière 1862; E. Kopp, Amerikanische Erdöle. Rep. Chim. Appliqu. 1862, p. 408; Nicholson, Annal. d. napht. d'Amér. Le Techn. XXIV, 191; E. Parish, Neuer Petroleumprüfer. Transact. American Pharmac. Assoc. 1862, p. 206; F. Roßmäßler, Die Solarölfabrikation auf Apscheron. Ill. Gewerbeztg. 1862, II, 88; A. R. Tate, On the explos. of petr. oil. Phil. Journ. (2) IV, 150; Fred. Weil, Rapport analyt. et ind. sur l'huile petr. d. Pennsylv. Le Techn. XXIV, 132; Dr. Wiederhold, Beiträge zur Technologie des amerikanischen Erdöles. Dingl. polyt. Journ. 167, 63.
1863. P. Bolley, Amerikanisches Petroleum. Ebendas. 169, 163; A. Vogel, Viscositätsapparat. Ebendas. 168, 267; Chaucourtois, Note s. sources d. petr. de l'Amér. du Nord. Kosmos (2) XXIII, 220; Chem. News: Chem. of am. petr. VII, 277; Letheby, Apparat zur fractionirten Destillation des Petroleums. Lond. Journ. of Gas Lighting XII, 653; Pelouze und Cahours, Recherch. sur l. petr. d'Amér. Compt. rend. LVI, 505; Regnault, Apparat zur fractionirten Destillation. Ann. Chim. et Pharm. (3) LXVIII, 409; H. D. Rogers, Kohle und Petroleum. Harper's Magaz. XXVII, 259; J. E. Thomson, Beleuchtung mit Petroleumgas. Le Technique XXIV, 577.
1864. O. Buchner, Die Mineralöle. Weimar, Fr. Voigt, 1864; O. Buchner, Wallachisches Petroleum. Dingl. polyt. Journ. 172, 392; Haudoin und Soulée, Le pétrole etc. Paris 1865; R. Mallet, Petroleum als Heizmaterial. Dingl. polyt. Journ. 172, 71; B. H.

Paul, Petroleum als Ersatz für Kohle. Chem. News X, 292; A. N. Tate, Petroleum und seine Derivate, übersetzt von H. Hirzel, Leipzig. London 1864.

1865. S. Cowles, Präparirung von Petroleumfässern. D. Ind.-Ztg. 1865, Nr. 39; F. Foucon, Ueber das Petroleum der Karpathen. Journ. Soc. Arts. XIV, 45; Lesley, Rec. of oil borings. Proc. Am. Phil. Soc. X, 187; Murphy, Petroleum in Mexico; Neuendahl, Vorkommen des Petroleums in Galizien und dessen Gewinnung. Wien 1865; Posebny, Petroleum im Sanoker Kreis, Galizien. J. k. k. Geol. Reichsanst. XV, 351; Report: Employ. of petr. as. a. fuel. f. mar. boilers. Rev. Un. d. Mines XVIII, 220; C. Schorlemmer, Ueber Benzolkohlenwasserstoff im canadischen Petroleum. Trans. Roy. Soc. (5) XIV, 168; B. Silliman jr., Petroleum in Californien. Am. Journ. Scienc. (2) XXXIX, 101.

1866. J. Attfield, Ueber die Zündlichkeit des Petroleums. Chem. News XIV, 257; M. Berthelot, Action de la chaleur s. quelqu. carb. d'hydron. Ann. Chim. et Pharm. (4) IX, 467; B. v. Cotta, Vorkommen und Gewinnung des Erdöles in Galizien. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenw. 1866, Nr. 19; Sterry Hunt, Geologie des Petroleums. Report geol: Surv. Canada 1866; F. Kudla, Zur Prüfung des Petroleums. D. Ind.-Ztg. 1866, S. 505 und 508; Lesley, Records of oil borings. Proc. Am. Phil. Soc. X, 227; Salleron und Urbain, Neue Methode der Petroleumprüfung. Compt. rendus LXII, 43.

1867. Anstedt, Ueber Erdöl in Pescara, Italien. Proc. Brit. Ass. Advanc. Scienc. 1867, p. 50; M. Berthelot, Action chaleur hom. d. Benzine. Ann. Chim. et Pharm. (4) XII, 5, 94, 122; J. G. Ellenberger, Petroleum in Terram, Westgalizien. J. k. k. Geol. Reichsanst. XVII, 291; Sterry Hunt, Petr. d. l'Amér. d. Nord. Bull. Soc. Geol. France XXIV, 570; Oldham, Punjaböl. Gazette of India 1867, p. 780; H. Ott, Petroleumheizung. Journ. Franklin Institute 84, 27; A. Ott, Lugo's Destillirapparat für Erdöl. Dingl. polyt. Journ. 185, 194; H. Perutz, Die Industrie der Mineralöle. Wien 1868, Gerold Sohn; L. Simonia, Industrie der Mineralöle in Frankreich. Mon. Scient. 1867, p. 599; Anwendung der Mineralöle zum Maschinenschmieren. D. Ind.-Ztg. 1867, S. 396; Bergölgewinnung in Oesterreich. Dingl. polyt. Journ. 185, 164.

1868. Allen, Explosive Eigenschaften der Mineralöle. D. Ind.-Ztg. 1868, S. 437; Le Bel, Ueber Erdöle. Compt. rend. 66 et 68, 442 resp. 485; Crowther, Petroleum in Mexico. Am. Journ. Scienc. (2) XLVI, 147; Dankwerth, Wirkung des Petroleums auf beschäftigte Arbeiter. Dingl. polyt. Journ. 187, 271; Fairman, Ueber Springquellen in Italien. Eng. XXV, 243; Ingram und Stapfer, Apparat zur Untersuchung der Oele. Ann. Gen. Civ. 1868, p. 435; Koller, Petroleum als Insectentödter. Dingl. polyt. Journ. 189, 270; Roth, Erdölgruben in Mittelgalizien. J. k. k. Geol. Reichsanst. XVIII, 311; A. Ott, Amerikanisches Vulcanöl. Dingl. polyt. Journ. 187, 171.

1869. Fordred, Lamb, Reinigung des Petroleums. Genie. ind. 1869, p. 156; Goppelsroeder, Petroleum und seine Producte. Basel, Amberger; Ariost, De oleo niontis Zilini etc.; K. Paul, Geologische Verhandlung der nördlichen Sároser und Zempliner Comitate. J. d. k. k. Geolog. Reichsanst. XIX, 297; St. Cl. Deville, Mem. sur les prop. d. petroles. Compt. rend., p. 66, 68, 69; M. Zängerle, Aufbewahrung der Mineralöle. Dingl. polyt. Journ. 193, 122.

1870. Blaß, Geschichte der Industrie des amerikanischen Petroleums. Arch. der Pharm. 191, 50; Müller und Warren de la Rue, Erdöl. Journ. für prakt. Chem. 70, 300; Chandler, Report qual. Keros. oil. New York. D. Ind.-Ztg. 1870, S. 145; Ernecke, Hannemann, Prüfung des Petroleums. Ebendas. S. 52; Ingler, Erdöl in Parma. Berg- und Hüttenztg. 1870, S. 44; Martius, Leuchtgas aus Erdöl. Am. Journ. Pharm. (3) XVIII, 326; Riedinger, Apparat zur Gaserzeugung aus Erdölrückständen. Pol. Centralbl. 1870, S. 1631.

1871. H. Byasson, Ursprung des Erdöles. Compt. rend. LXXIII, 609; Use of petrol. in oil wells. Am. Journ. of Gas Lighting XIV, 181; Grotowsky, Einfluß des Sonnenlichtes auf Erdöl. Journ. Chem. Soc. London XXIV, 1025; Le Bel, Sur les petr. du Bas-Rhin. Compt. rend. LXXIII, 499; E. Parish, On the rectif. of petrol. Journ. Franklin Institute LXXXI, 117; Van d. Weyde, Methode der Petroleumprüfung. Mon.

Scient. 1872, p. 431; Weise, Untersuchung des Handelspetroleums. Polyt. Centralbl. 1871, S. 378.

1872. A. Frank, Petroleumgewinnung in Galizien und Amerika. Berg- und Hüttenztg. 1872, S. 351; Schorlemmer, Ueber Normalparaffine und Chemie der Kohlenwasserstoffe. Journ. Chem. Soc. XXV, 1053 und 425; Thorpe und Young, Druck und Wärme auf Paraffin. Ber. d. chem. Gesellsch. 1872, S. 556; E. Hagenbach, Fluorescenz. Pogg. Ann. 144, 389; Marvine, Erdöl in Domingo. Am. Journ. Scienc. (3) IV, 159; A. Ott, Reinigung von Erdöl. Chem. Centralbl. 1876, S. 704.

1873. H. Gintl, Galizisches Petroleum auf der Wiener Weltausstellung. Ber. der W. Weltausst. 1873; Granier, Apparat zur Zündpunktbestimmung des Petroleums. Eng. XVI, 337; Coleman, Apparat zur Zähflüssigkeitsbestimmung der Oele. Dingl. polyt. Journ. 210, 204; Schorlemmer, Heptane im Petroleum. Chem. News XXVIII, 44; Thurston, Maschine zur Werthbestimmung der Schmieröle. Journ. Franklin Institute 86, 1; H. Fuhst, Continuirliche Destillationsapparate für Erdöl. Dingl. polyt. Jorn. 207, 293; Roth, Bedeutung der Tiefbohrung in Galizien. J. d. k. k. Geol. Reichsanst. XXIII, 1; H. Schwartz, Producte der trockenen Destillation; Wiener Weltausst. Dingl. polyt. Journ. 210, 205; W. Wallace, Mineralschmieröle. Am. Chem. III, 66.

1874. W. Abland, Petroleummotor. Journ. Franklin Inst. LXXXVIII, 87; Petroleum in Rußland. Journ. Soc. Arts XXIII, 53; Fauck, Erdölquellen in Boryslaw, Galizien. Berg- und Hüttenztg. 1874, S. 446; Fries, Erdöl in Hannover. Ebendas. S. 247; Hell und Medinger, Säuren und Rohpetroleum. Ber. d. deutsch. chem. Ges. VII, 1216; H. Gintl, Vorkommen von Petroleum. Wien; J. Hock, Petroleummotor. Dingl. polyt. Journ. 212, 73, 198; Dr. M. Albrecht, Paraffin und die Mineralöle. Stuttgart, Schweizerbarth; Windakiewicz, Petroleumgewinnung in Galizien. Oesterr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw. XXII, 350.

1875. Bertels, Naphtadistrict im Kaukasus. Wagn. Ber. 1875, S. 1061; W. Gad, Verwendung von Mineralölen zur Erzeugung von Dampf. Dingl. polyt. Journ. 218, 310; H. Hager, Unterscheidung von Petroleumbenzin und Steinkohlenbenzin. Pharm. Centralbl. 1875, S. 130; R. W. Medlen, Desodorisation von Petroleum. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1875, S. 278; 1876, S. 205; J. S. Muir, Reinigung von Mineralölen. Wagn. Ber. 1875, S. 1059; A. Ott, Das Petroleum, Entdeckung &c., übersetzt von Chandler 1872. Zürich 1875, Verlagsmagazin; H. Vohl, Ueber Petroleum und seine Verunreinigung. Dingl. pol. Journ. 216, 47; Bov. Redwood, Testing petrol. oils. Engl. Mech. and World Scienc. XXII, 335; H. Wurtz, Eame's System zur Petroleumheizung. Wagn. Ber. 1875, S. 1116.

1876. H. Abich, Ueber Mineralstoffe auf Apscheron. Ebendas. 1877, S. 1033; H. Byasson, L'origine du pétrole. Mon. Scient. 1876, p. 1077; Petroleum in der Lüneburger Haide. Arch. der Pharm. 209, 461; Selwyn, Petroleum als Heizmaterial. Engl. Med. World Scienc. XXIV, 316; Sadtler, Chemische Zusammensetzung des pennsylvanischen Petroleums. Am. Chemist VII, 181; Derselbe, Gasuntersuchung von pennsylvanischen Brunnen. Ebendas. 97.

1877. Batty, Petroleumrückstände als Heizmaterial. Dingl. polyt. Journ. 224, 105; Lymen, The oil land of Japan. Tokio 1877 und 1878, I und II; P. Suckow, Reinigung von Erdölgas. Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 11, 425; Hell und Medinger, $C_{11}H_{20}O_2$ im Rohöl. Ber. d. deutsch. chem. Ges. X, 451; K. Heumann, Möhringsöl &c. Wagn. Ber. 1877, S. 1034; H. Höfer, Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876, Heft VIII: „Die Petroleumindustrie in Nordamerika.“ Wien 1877, vergriffen; Hörnecke, Petroleum in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Wagn. Ber. 1877, S. 1045; Koschkull, Kaukasische Naphtaindustrie im Jahre 1874 und 1875. Ebendas. S. 1025; Mendelejeff, Ursprung des Petroleums. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1877, S. 229; Peckham, Ueber Petroleumanalysen. Am. Chim. VII, 327; Th. Urquhardt, Locomotivheizung. Eng. XXIII, 9; R. Weber, Petroleum und seine Zündlichkeit. D. Ind.-Ztg. 1878, S. 6; A. Fauck, Erdbohrer. Leipzig, Arthur Felix; Fr. Weil, Aegyptisches Petroleum. Mon. Scient. (3) VII, 295; Wilson, Oel von Rangoon. Le Techn. XXXVIII, 276.

1878. S. Cloëz, Wirkung von Wasserdampf auf Eisen &c. Synthese von Hydrocarburen. Compt. rend. LXXXVI, 1248; Schorlemmer, Normalparaffine. Chem. News XL, 280; Macadam, Paraffinöle und ihre Wirkung auf Me-

talle. Journ. Chem. Soc. London **34**, 355; J. Fretwell, Petroleum in Rumänien (engl.). Journ. Soc. Arts XXVI, 481; Grotowsky, Verwerthung der Abfalllager der Mineralölfabriken. Wagn. Ber. 1878, S. 1192; Letny, Einwirkung hoher Temperaturen auf Petroleum ꝛc. Mon. Scient. 1879, p. 79; Lissenko, Ueber russisches und amerikanisches Petroleum. Dingl. polyt. Journ. **227**, 78; *Derselbe, Naphtaindustrie; Leo Strippelmann, Die Petroleumindustrie Oesterreich-Deutschlands I und II. Leipzig, Knapp, 1878/79.

1879. Albrecht, Die Prüfung der Schmieröle. D. Ind.-Ztg. 1879, S. 232; Derselbe, Petroleum und seine Verwendung. Wagn. Ber. 1879, S. 1173; A. Bernstein, Petroleumprüfer. D. Ind.-Ztg. 1879, S. 517; J. Biel, Untersuchung des amerikanischen und russischen Petroleums. Dingl. polyt. Journ. **232**, 354; Goulischambaroff, Naphtafontainen. St. Petersburg; E. Donath, Schmieröluntersuchung. Leoben, Otto Protz, 1879; C. Engler, Bestimmung der Feuergefährlichkeit des Petroleums. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1879, S. 2184; Derselbe, Löslichkeit der Metalle in Petroleum. Chem. Centralbl. 7. April 1880; Janke-Barth, Einfache Petroleumuntersuchung. Wagn. Ber. 1879, S. 1186; Oscar Krug, Redact., Zeitschr. f. Paraffin-Mineralöl- ꝛc. Industrie. Herausgegeben in Halle a. S., vom Verein f. Mineralölindustrie, eingegangen; V. Mayer, Gutachten über Petroleum. Wagn. Ber. 1879, S. 1175; J. Roth, Vorkommen von Petroleum in Galizien. Ebendaselbst, S. 1192; Skalweit, Apparate zur Petroleumprüfung. Chem. Ztg. 1879, S. 614; Leo Strippelmann, Beiträge zur Geschichte des Petroleums. Wagn. Ber. 1879, S. 1192; H. Thurston, Friction und Lubrication. London, Trübner und Co., 1879.

1880. Ashburner, Petroleum. Am. Journ. Scienc. (3) XIX, 168; Beilstein und Kurbatow, Kaukasisches Petroleum. Ber. d. d. chem. Ges. 1880, S. 1818, 2028; Lissenko, übersetzt, Remarque état actuel, industr. petrole russ., „Nouveau temps“-Ztg.; Woodbury, Friction of lubr. oils. Trans. amer. Soc. Mech. Eng. p. 1; Schützenberger und Joinine, Rect. s. l. petr. du Caucase. Bull. Soc. Chim. Paris 1880, p. 673; F. Fischer, Schmieröluntersuchung. Dingl. polyt. Journ. **236**, 487; Burgmann, Erdöl und Erdwachs. Hartleben's Verl. 1880; Preunier-Varenne, Ueber Product. des Petroleumcoaks. Compt. rend. **89**, 1006; Tumsky, Kerosinbeleuchtung im Hausgebrauch; Pease, Zündapparat für Petroleum. Scient. Am. 1880, p. 323; Goulischambaroff, Petroleum als Heizmaterial. Proc. of Civ. Eng. LXIII, 408; C. Engler, Zündapparat. Chem. Ind. 1880, S. 54; H. Perutz, Mineralölindustrie, II. Theil. Wien, C. Gerold u. Sohn, 1880; R. v. Wagner, Prüfung des Erdöles. Wagn. Ber. 1880, S. 849.

1881. Dürker, Petroleum und Asphalt. Minden, Bruns Verl., 1881; Beilstein u. Kurbatow, Ueber kaukasisches Petroleum. Ber. d. d. chem. Ges. **14**, 1620; R. Jähns, Apparat zur Prüfung der Schmieröle. Wagn. Ber. 1881, S. 918; Strippelmann, Bayerisches Erdöl. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenw. 1881, S. 439; Walter, Erdölindustrie in Galizien. Ebendas. S. 302; Markownikow und Ogloblin, Kaukasisches Erdöl. Chem. Centralbl. 1881, S. 609; R. Bette, Zündapparat für Petroleum. Wagn. Ber. 1881, S. 1004; O. Braun, Dasselbe. Ebendas., S. 1005; Engler u. Haas, Refraction und Entzündlichkeit des Petroleums. Zeitschr. f. analyt. Chem. 1881, S. 362; R. Weber, Explosives Erdöl. Dingl. polyt. Journ. **241**, 277; Dittmar, Festes Petroleum. Wagn. Ber. 1881, S. 1015.

1882. Röhrig, Vorkommen des Petroleums. Hannover, Weichelt, 1882; A. H. Elliot, Rep. Meth. App. test. infl. oils. Albany, Weed u. Parsons; Lidow, Ueber Salze im Erdöl. Journ. d. russ. chem. Ges. 1882, S. 323; *A. Wosnesenky, Die Naphtaheizung, russisch; *Goulischambaroff, Naphtaquellen in Bradford u. Umg., russ. Tiflis; K. Lieber, Aluminiumpalmitat als Verdickungsmittel. Dingl. polyt. Journ. **246**, 155; Montag, Galizisches Erdöl. Berg- und Hüttenztg. 1882, S. 215 und 297; Nawratil, Ueber galizische Erdölsorten. Dingl. polyt. Journ. **246**, 328 und 424; Schützenberger, Kaukasisches Erdöl ꝛc. Bull. Soc. Chim. **37**, 3; Stoddard, Zündapparat für Petroleum. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1882, S. 2555; Engler, Ueber Zündpunkt. Chem. Ind. 1882, S. 106.

1883. Noeldecke, Petroleum im nordwestlichen Deutschland. Celle (lithogr. Anstalt) 1881 und 1883; Graf Kleist, Petroleumindustrie in Oelheim. Dresden, Morchel; Piedboeuf, Petroleum Central-Europas. Düsseldorf, Bagel, 1883; Goulischambaroff, Allgemeine Biblio-

graphie der Petroleumindustrie. St. Petersburg; Derselbe, Naphtaheizung. Ebendas.; E. J. Mills, Destructive Destillation. London, Van Voorst, Paternosterrow; G. T. Beilby, Manufact. of. Paraff. oils. Ch. u. E. Layton, London; Lamansky, Ueber Schmieröluntersuchung. Dingl. polyt. Journ. 248, 29; Marwin, England as a Petrol. Power; Poincaré, Ueber Einathmen von Benzin. Journ. d. pharm. et de chim. (5) 7, 290; Markownikoff und Ogloblin, Ueber kaukasische Erdöle. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 16, 1873; Boussingault, Ueber chinesische und elsässische Erdöle. Compt. rend. 96, 1452; C. Engler, Ueber Erdöl in Italien. Dingl. polyt. Journ. 250. 316; Lachowitz, Bestandtheile des galizischen Petroleums. Ann. d. Chem. 220, 188; Derselbe, Specifisches Gewicht des Petroleums. Ebendas., 202; Sokolowsky, Geologische Forschungen auf Naphta im Kaukasus; D. Mendelejeff, Fractionirungsmethode von Bakuerdöl. Journ. d. russ. phys. chem. Ges., Protocoll 1883 (1), S. 189; Potilitzin, Wasser aus Erdölbrunnen. Ebendaselbst, S. 179 und Ber. d. d. chem. Ges. 16, 1395; Derselbe, Fortsetzung. Ber. d. d. chem. Ges. 16, 2321; Gustavson, Wirkung von Aluminiumbromid auf Erdöl. Ebend. 2295; Willigk, Apparat zur Untersuchung der Schmiermittel. Organ f. d. Fortschr. f. Eisenbahnw. 1883, S. 11; Ljutyk, Fabriksschmieröle aus Baku. Rigaer Ind.-Ztg. 1883, Nr. 20, 21, 22; Lepenau, Apparat für Schmieröluntersuchung. Wagn. Ber. 1883, S. 1167; Beilstein, Ueber Zündapparate. Zeitschr. f. analyt. Chem. 1883, S. 309; Kuklin, Specifische Wärme von Naphta aus Baku. Ber. d. d. chem. Ges. 1883, S. 989.

1884. Uhlig, Entstehung des Erdöles (Vortr. Virchow-Holtzendorff). Berlin, Habel, 1884; F. A. Roßmäßler, Photogen und Schmieröl. Halle, Knapp, 1884; V. Ragosin, Naphta und Naphtaindustrie. Petersburg, Typographie, Bolschaja Podjatsa Nr. 39; Tumsky, Technologie der Naphta. Moskau, Karzew; A. Norton Leet, Petroleumdestillation. New York, Oil, paint drug publishing; Max Böhm, Beitrag zur Kenntniß des galizischen Erdöles. Inaug.-Dissert. Wien; Goulischambaroff, Regel über Erdölgewinnung, Aufbewahrung, Transport &c.; Engelmayer, Naphta und Leuchtgasindustrie; Mendelejeff, Destillation des amerikanischen Erdöles. Prot. d. russ. phys.-chem. Ges. (1) 458; Tower, Apparat zur Schmierfähigkeit. Dingl. polyt. Journ. 252, 121; Roth, Ueber Festmachen von Erdöl. Wagn. Ber. 1884, S. 1282; Valenta, Harzöl im Mineralöl. Dingl. polyt. Journ. 253, 418; Kißling, Ueber Petroleum. Chem. Ind. 1884, S. 246.

1885. Peckham, Report. on the prod. techn. uses petr. Washington, gov. print. off.; Ch. Heinzerling, Petroleum und Leuchtgas. Halle, W. Knapp; Ch. Marwin, Petroleumindustrie in South-Russia. London, Engineering Office; A. Fauck, Fortschritte der Erdbohrtechnik. Leipzig, Arthur Felix; J. Großmann, Schmiermittel. Wiesbaden, Kreidel; C. Engler, Ueber Viscositätsmessung. Chem. Ztg. 1885, Nr. 11; Derselbe, Untersuchung von Erdöl &c. Ebendas. Nr. 44; L. Schmelck, Untersuchung über die jetzigen Erdöllampen. Dingl. polyt. Journ. 255, 39; Schaal, Herstellung von Säuren aus Kohlenwasserstoffen. Ebendas. 258, 231; Carregie, Ueber pennsylvanisches Oel. Iron and Steel 1885; Markownikow, Untersuchung des kaukasischen Erdöles. Ber. d. d. chem. Ges. 18, Ref. 186; Konowalow, Nononaphten. Ebendas. Milkowsky, Kaukasisches Erdöl. Journ. d. russ. phys. Ges. (2), S. 37 bis 38; Lux, Fette Oele im Mineralöl. Ztschr. f. analyt. Chem. 1885, S. 357; Stahl, Flüssigkeitsgrad der Oele. Wagn. Ber. 1885, S. 1116; Lamansky, Schmierölunteruchung. Dingl. polyt. Journ. 256, 176; Trautwein, Schmierölunterfuchung. Engineering 36, 451; Bartolli und Stracciati, Physische Eigenschaften der Erdölfractionen. Wagn. Ber. 1885, S. 1248; Abel, Behandlung von Erdöllampen. Chem. News, p. 183 und 209.

1886. C. Engler, Erdöl von Baku. Stuttgart, Cotta, 1886; Starzew, Bakusche Naphtaproduction. Baku, Typ. Nerutscheff; J. Harris, Petroleumtransport. W. C. London, Bedford Preß, Bedfordbury; B. Redwood, Erdöl und seine Producte. Dingl. polyt. Journ. 1886, 262, 463; C. Engler, Neu erbohrte gewaltige Erdölquelle in Baku. Ebendas. 379; Faulbaum, Reinigung von Mineralölen mit Schwefligsäure. Ebendas. 261, 447; G. Lunge, Erdölexplosion. Vermittelung durch Lampe. Ebendas. 259, 138; Zaloziecky, Leuchtkraft vom Erdöl. Ebendas. 260, 127; Morawsky, Zur Oeluntersuchung. Ebendas. 260, 512; Engler und Lewin, Vergleichende Versuche über kaukasisches und amerikanisches Erdöl. Eben-

das. 261, 29; Markownikow, Aromatische Kohlenwasserstoffe des kaukasischen Erdöles. Ann. 234, 89 bis 115; Colemann, Bestimmung der Flüssigkeitsgrade im Oele. Journ. Soc. Chem. Ind. 1886, p. 359; Marquardt, Mineralgelatine. Zeitschr. f. analyt. Chem. 1886, S. 159; Redwood, Einwirkung von Oelen auf Metalle. Journ. Soc. Chem. Ind. 1886, p. 362; Redl, Raffination von Schmierölen. Chem. Ztg. 1886, S. 760; Nawratil, Erdölindustrie in Galizien. Sonderabdruck; W. Thörner, Destillation von Erdöl. Chem. Ztg. 1886, S. 529; C. Engler, Dasselbe. Ebendaselbst, S. 1238.

1887. B. J. Crew, A pract. Treatise on Petrol. London, Samson Low, 1887; Schädler, Technologie der Fette und Oele der Fossilien. Leipzig, Baumgärtner, 1887; O. Schneider, Kaukasische Naphtaproduction. Dresden, Bleyl, 1887; St. Pagliani, Apparat zur Viscositätsbestimmung der Oele. Turin, Camilla und Bertolero; C. Engler, Das deutsche Erdöl. Verein z. Beförd. d. Gewerbefl.; Krämer und Böttcher, Ueber das deutsche Rohpetroleum. Ebendaselbst; Louis Simpson, Manual of Lubrication. New York, Oil, paint, drug publishing Co.; C. Busley, Flüssige Heizstoffe für Schiffskessel. Berlin, L. Schade; Besson, Naphtaheizung der Dampfkessel, russ. Gornyjourn. Nr. 1; G. Fischer, Reinigung gebrauchter Schmieröle. D. Ind.-Ztg. 1887; Westphal, Naphtabrenner f. Schmiedefeuer. Dingl. polyt. Journ. 263, 373; C. Engler und Kneis, Sauerstoffübertragung und lösliche Wirkung von flüssigen Kohlenwasserstoffen auf Metalle. Ebendaselbst 193; Fock, Explosionen von Petroleumlampen. Chem. Rep. d. Chem.-Ztg. S. 60; Ilimow, Russische Batuöle. Chem. Ind. 1887, S. 145; O. Lenz, Neuester Apparat zur Erdöldestillation. Dingl. pol. Journ. 264, 227; A. Veith, Verfälschungen von Petroleum. Ebendas. 265, 45; C. Engler, Stammer's Erdölcolorimeter. Ebend. 264, 287; Erdölfundorte. Journ. Soc. Chem. Ind. 1887 (6); Lissenko, Zersetzung von Erdöl beim Erhitzen. Russ. Berg-Journ. 349; Gawalowsky, Mineralöle. Chemiker- u. Techniker-Zeitung 21, 642; Markownikoff und Spady, Constitution der Kohlenwasserstoffe C_2H_{2n}. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 20, 1850; Dr. Krey, Ueber Druckdestillation. Jahresber. d. techn. Ver. sächs.-thür. Min.-Ind. 1887; C. Wiegand, Neuester Apparat zur Erdöldestillation. Dingl. polyt. Journ. 1887, 264, 277; Einfluß der im Erdöl enthaltenen Salze auf die Leuchtkraft. Ebendas. 265, 427; J. Biel, Neue Erdöllampen. Ebendaselbst 263, 243; Neuerungen an Erdölbrennern. Ebendas. 374; Natural Gas. American Manufact. and Ironworld, Pittsburg, Dec. 30, 1887; *Dolinin, Flammpunkttemperatur für Kerosin und Apparate hierzu. Abel, Pensky, Beilstein; Bandrowsky, Alkaloidartige Basen im galizischen Erdöl. Monatsh. f. Chem. 8, 234; Stenart, Schottisches Erdöl. Journ. Soc. chem. Ind. 1887, p. 128; Mendelejeff, Bericht über Erdölindustrie. Chem. techn. Ztg. 1887, Nr. 4; Le Bel, Erdöl in Tiflis ꝛc. Compt. rend. 103, 1017; Alftan, Leuchtkraft vom Erdöl. Zap. imp. russk. techn. 21, 107.

1888. H. Höfer, Erdöl und seine Verwandten. Braunschweig, Vieweg, 1888; C. Engler, Zur Bildung des Erdöles. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 21, 1816; G. Otten, Erdöl aus Argentinien, Inaug.-Dissertation. Karlsruhe, Braun; R. Zaloziecki, Neuerungen an Erdölbrennern. Dingl. polyt. Journ. 267, 265; A. Martens, Schmieröluntersuchungen. Berlin, J. Springer, 1888; Macarthur, Gas aus Mineralölen. Journ. of Gaslight 1888, p. 102; Thompson, Nave's Verfahren der Abfallsäurereinigung. Chem. Ztg. chem. Rep. 1888, S. 43; Engler u. Otten, Erdöl aus Argentinien (s. o.). Dingl. polyt. Journ. 268, 375; Leuchtkraft des Oelgases. Ztschr. f. angew. Chem. 1888, S. 300; L. Stoch (Wallach), Nachweis von Harzöl im Mineralöl. Dingl. polyt. Journ. 267, 28; Erdöl von Gabian. Ebendas. 269, 240; Neuerungen an Erdölbrennern. Ebendaselbst 267, 145; Dasselbe. Ebendaselbst 270, 529; Ronatt, Lucigen-Beleuchtung. Ebendaselbst 269, 8; W. Thede, Entstehung des Petroleums. Jahresber. d. techn. Ver. sächs.-thür. Min.-Ind. 1888; Dr. Scheithauer, Verwerthung der Abfallschwefelsäure. Ebendaselbst; R. Irvine, Aegyptisches Rohöl. Chem. Ind. 1888, S. 160; Jawein und Lamansky, Leuchtkraft des Naphtagases. Dingl. polyt. Journ. 267, 416; M. Glasenapp, Ausstellung, Beleuchtung und Naphtaindustrie. Rig. Ind.-Ztg. Nr. 1 bis 6, 1888; H. Höfer, Erdölindustrie in Galizien. Chemiker- und Techniker-Zeitung 1888, S. 551.

1889. Petrole sur l'expos. 1888. Paris, P. Dupont, Rue Bouloi; Urquart, Petroleum zur Locomotivheizung. Lon-

don, Inst. M. Eng., Victoriastreet; W. Gintl, Gutachten: Petroleumraffinerie. Wien, Oesterr. Sanitätsbeamte, Nr. 8, 9, 10 und Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, S. 627 und 712; J. Lew, Feuerungen mit flüssigem Brennmaterial. Dingl. polyt. Journ. 272, Heft 8, 9 und 10; Dr. Krey, Mineralölfabriken Riebeck. Halle, Druck des Waisenhauses; Nötling, Report on the Rangoon oil. Burmah, Gazette Nr. 24, 1889; Mendelejeff, Kaukasische Erdölindustrie. Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, S. 651; Le Bel, Zur Erdölbildung. Bull. Soc. Chim. 2, 305; Mabery und Smith, Schwefelverbindung im Roherdöl. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1889, S. 3303; Taubes Barladu, Erdöle Rumäniens. Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, S. 606; L. Lewin, Ueber allgemeine und Hautvergiftung mit Petroleum. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 22, Nr. 11, S. 443; Erdölkraftmaschinen. Dingl. polyt. Journ. 271, 488, 529; Engler und Seidner, Zersetzung von Fettstoffen unter Druck. Ebendaselbst 515, 572; Motor mit Erdöldämpfen. Ebendaselbst 577; Kohlenwasserstoffe statt Wasserdampf. Ebendaselbst 588; B. Nebel, Einfluß des Glascylinders bei Erdöllampen. Chem. Ztg. 1889, chem. Rep. S. 33; Hoffmeister, Verhalten der Schmieröle bei niedrigen Wärmegraden. Mittheil. der k. techn. Versuchsanstalt zu Berlin, VII, 24; Dr. Holde, Flammpunktbestimmung von Mineralölen. Ebendaselbst, S. 64; Derselbe, Nachweis von Wasser in zähflüssigen Oelen. Ebendaselbst, S. 74; Derselbe, Nachweis von Mineralöl in fetten Oelen. Ebendaselbst, S. 75; Derselbe, Bestimmung des Säuregehaltes der Oele. Ebendaselbst, S. 116; Derselbe, Flammpunktbestimmung der Schmieröle. Ebendaselbst, S. 153; Kohlenstäbchen aus Mineralölrückständen. Dingl. polyt. Journ. 272, 604; O. Bach, Prüfung der Maschinenöle. Chem. Ztg. 1889, S. 905; Naphtaergiebigkeit in Baku. Ebendaselbst, S. 935 und 1159; Entschweflung von Mineralölen. Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, S. 130; E. Pietsch, Mineralöldestillation mit überhitztem Dampf. Ebendas., S. 163; Neuerungen an Oeldampfbrennern. Dingl. polyt. Journ. 274, 155; Künkler, Zur Kenntniß der Mineralschmieröle. Ebendas., S. 276; Neuer Oeldampfbrenner. Ebendaselbst, S. 345; Holde, Flammpunktbestimmung von Schmierölen. Mitth. d. k. techn. Versuchsanst. zu Berlin 7, 153; Frank, Mineralölzusatz zu Kochlaugen. Woll- und Leinenindustrie 1889, 9, 877; E. Hahn, Gaserzeugungsapparat. Chem. Ztg. Nr. 89; A. van Alstein, Apparat zur Schmierfähigkeitsbestimmung. Ebendas. Nr. 7; S. Schiele, Vergleich zwischen einer Amylacetlampe und einer Normalkerze. Journ. f. Gasbel. 1889, 32, 757; L. Jawein, Naphtalichte. Chem. Ztg. Nr. 47; Schiltz, Erdölkraftmaschine. Dingl. polyt. Journ. 271, 308 und 577; Erhöhung der Erdölbohrlöcher. Ergiebigkeit. Ebendas. 273, 249.

1890. J. Lew, Feuerungen mit flüssigem Brennmaterial. Stuttgart, Cotta; Naphtalichte. Dingl. polyt. Journ. 276, 563; J. D. Weeks, Petroleum. Washington Gov. print. office; Derselbe. Naturalgas. Ebendas.; B. Redwood, Erdöl in Indien. Journ. Soc. chem. Ind. 1890, p. 361; O. Aschan, Erdöl aus Baku. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1890, S. 867; Kast u. Künkler, Aegyptisches Rohöl. Dingl. polyt. Journ. 278; A. Veith, Erdöltrübung. Ebendaselbst 277, 567; Derselbe, Geschichte der Erdölindustrie. Ber. d. österr. chem. Ges. 1890, S. 6; Lissenko, Ueber Solaröl, russisch. Zap. imp. russ. techn. 1890, Heft 1; A. Veith, Ueber Mineralschmieröle. Chem. Ztg. 1890, S. 902; G. Lunge, Ueber Erdölverarbeitung. Zeitschr. f. angew. Chem. 1890, S. 11; R. Luther, Apparat zur Bearbeitung von Rohnaphta u. Naphtarückständen. Dingl. polyt. Journ. 276, 465; Derselbe, Die Schweröle und Erdöllampen auf der russischen Ausstellung für Beleuchtung und Naphtaindustrie, Petersburg. Ebendas. 275, 563; Entdeckung und Bestimmung von Erdöl im Terpentinöl. Ebendaselbst 277, 575; C. Engler und Alb. Künkler, Viscosimeter für Oele bei constanter Temperatur. Ebendas. 276, 42; E. Gad, Neuerungen in der Tiefbohrtechnik. Ebendaselbst 256 ff.; H. Schiff, Etymologie des Wortes „Naphta“. Chem. Ztg. 1890, Nr. 7; Damsky, Verbrennungswärme von Naphtarückständen. Ebendas. Nr. 10; Sundshensky-Naphtagebiet im Kaukasus. Ebendas. Nr. 11; Burton, Nachweis von Petroleum im Terpentinöl. Am. Chem. Journ. 12, 102; Holde, Nachweis von Harzöl im Mineralöl. Mitth. d. k. techn. Versuchsanst. zu Berlin 8, 19; Hlavaty, Gewinnung von Benzol rc. aus Erdölrückständen. Chem. Ztg. 1890, Nr. 39; R. Kißling, Petroleum auf der Bremer Ausstellung. Ebendas. Nr. 68; Redwood-Dewar, Destillirapparat für Mineralöl. Ebendas. Nr. 93; Hahn und Kolobow, Die

Naphtaindustrie der Apscheronhalbinsel f. 1889; Congreß der Naphtaindustriellen. Statistische Daten über russische und amerikanische Naphtaindustrie; A. Veith, Ueber Erdölbildung. Chem. Ztg. 1890, S. 1368.

1891, erste Hälfte. R. Zaloziecki, Zur Bildung des Erdöles. Dingl. polyt. Journ. 280, Heft 4, 5, 6; C. Ochsenius, Zur Entstehung des Erdöles. Chem. Ztg. Nr. 53, XV; A. Künkler, Prüfung d. Mineralschmieröle und Kältebestimmung. Dingl. polyt. Journ. 279, 137; Mix und Geneſt, Erdölglocke. Ebendas., S. 300; Veith und Schestopal, Erdölabfälle zur Sodafabrikation. Ebendas., S. 21; A. Zaloziecki, Bildung von Erdöl und Erdwasser. Ebendas. 280, 69, 85, 133; C. Schestopal, Raffiniren von Erdöl. Chem. Ztg. 1891, Nr. 21; Beilby, Der Stickstoff der Erdöle. Dingl. polyt. Journ. 280, 275; *Jasper, Vorkommen des Erdöles im Unterelsaß. Ref.: Ebendas. 302; J. Lew, Eine neue Methode der Schmierölunterſuchung. Ebendas. 16 und 40; H. Höfer, Zur Entstehung des Erdöles. Zeitschr. für Berg- und Hüttenw. 39, 145; R. Kißling, Consistenzprüfung von Mineralfetten. Chem. Ztg. Nr. 18; Bandrowsky-Senkowsky, Erzeugung von Vaseline. Chem. Ztg. Nr. 23, Rep. 69; Meiro, Erfahrungen mit Alexejew. Destillirapparat. Zap. imp. russ. techn. obsz. 24, 189, Heft 1; A. Martens, Bestimmung des Flüssigkeitsgrades im Schmieröl. Dingl. polyt. Journ. 279, 112; Engler und Künkler, Bemerkungen hierzu. Ebendas., S. 115; Ch. F. Mabery, Zusammensetzung des Petroleums. Chem. Centralbl. 1891, 1, 1023; Zaloziecky, Constitution der Sauerstoffverbindungen im Erdöl. Ber. der deutsch. chem. Ges. 1891, 24, 1808.

Zweiter Anhang.

Hülfstabellen der wichtigsten im Betriebe ꝛc. vorkommenden Maße, Gewichte ꝛc.

Tabelle I[1]).

Umrechnung von Aräometergraden in specifische Gewichte.

Nach Gerlach: Dingl. polyt. Journ. **176**, 444 (1865); **188**, 358 (1866); **198**, 313 (1870).

n = Anzahl der Aräometergrade; d = specifisches Gewicht.

Aräometer nach	Flüssigkeiten schwerer als Wasser	Flüssigkeiten leichter als Wasser
1. Gay-Lussac, hundertgradiges .	$d = \frac{100}{100 - n}$	$d = \frac{100}{100 + n}$
2. Baumé, bei 10° R. = 12,5° C.	$d = \frac{145,88}{145,88 - n}$	$d = \frac{145,88}{145,88 + n}$
" " 14° " = 17,5° C.	$d = \frac{146,78}{146,78 - n}$	$d = \frac{146,78}{146,78 + n}$
3. Brix, amtlich preußisches, bei 12,5° R. = 15,625° C. . . .	$d = \frac{400}{400 - n}$	$d = \frac{400}{400 + n}$
4. Beck, bei 10° R. = 12,5° C. . .	$d = \frac{170}{170 - n}$	$d = \frac{170}{170 + n}$

[1]) Aus Landolt und Börnstein: Physik.-chem. Tabellen, S. 75.

Tabelle I (Fortsetzung).

Umwandlung der Baumé'schen Grade in specifische Gewichte.

Nach umstehenden Formeln berechnet. Gerlach: Dingl. polyt. Journ. 198, 313 (1870).

Flüssigkeiten schwerer als Wasser. Bei 14° R. = 17,5° C.						Flüssigkeiten leichter als Wasser. Bei 10° R. = 12,5° C.					
Grade	Specifische Gewichte	Grade	Specifische Gewichte	Grade	Specifische Gewichte	Grade	Specifische Gewichte	Grade	Specifische Gewichte	Grade	Specifische Gewichte
0	1,000	19	1,1487	38	1,3494	10	1,0000	29	0,8848	48	0,7935
1	1,0068	20	1,1578	39	1,3619	11	0,9932	30	0,8795	49	0,7892
2	1,0138	21	1,1670	40	1,3746	12	0,9865	31	0,8742	50	0,7849
3	1,0208	22	1,1763	41	1,3876	13	0,9799	32	0,8690	51	0,7807
4	1,0280	23	1,1858	42	1,4009	14	0,9733	33	0,8639	52	0,7766
5	1,0353	24	1,1955	43	1,4143	15	0,9669	34	0,8588	53	0,7725
6	1,0426	25	1,2053	44	1,4281	16	0,9605	35	0,8538	54	0,7684
7	1,0501	26	1,2153	45	1,4421	17	0,9542	36	0,8488	55	0,7643
8	1,0576	27	1,2254	46	1,4564	18	0,9480	37	0,8439	56	0,7604
9	1,0653	28	1,2357	47	1,4710	19	0,9420	38	0,8391	57	0,7565
10	1,0731	29	1,2462	48	1,4860	20	0,9359	39	0,8343	58	0,7526
11	1,0810	30	1,2569	49	1,5012	21	0,9300	40	0,8295	59	0,7487
12	1,0890	31	1,2677	50	1,5167	22	0,9241	41	0,8248	60	0,7449
13	1,0972	32	1,2788	60	1,6914	23	0,9183	42	0,8202		
14	1,01054	33	1,2901	66	1,8171	24	0,9125	43	0,8156		
15	1,1138	34	1,3015	70	1,9117	25	0,9068	44	0,8111		
16	1,1224	35	1,3131	71	1,9370	26	0,9012	45	0,8066		
17	1,1310	36	1,3250	74	2,0167	27	0,8917	46	0,8022		
18	1,1398	37	1,3370	75	2,0449	28	0,8902	47	0,7978		

Tabelle II[1]).

Specifisches Gewicht und Procentgehalt concentrirter Schwefelsäure.

1. Nach F. Kohlrausch: Pogg. Ann. Erg.-Bd. 8, S. 676.

Specifisches Gewicht bei 18° C. Wasser bei 4° = 1.

Proc. H_2SO_4	Specif. Gew. $d\,^{18}/_4$	Proc. H_2SO_4	Specif. Gew. $d\,^{18}/_4$
90	1,8147	96	1,8372
91	1,8200	97	1,8383
92	1,8249	98	1,8386 [1])
93	1,8290	99	1,8376
94	1,8325	100	1,8342
95	1,8352	—	—
—	—	—	—

[1]) Maximum der Dichte.

Ausdehnungscoëfficient gleich 0,00055.

2. Nach Lunge und Naef: Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1883, S. 953.

Specifisches Gewicht bei 15° C. Wasser bei 4° = 1.

Proc. H_2SO_4	Specif. Gew. $d\,^{15}/_4$	Proc. H_2SO_4	Specif. Gew. $d\,^{15}/_4$	Proc. H_2SO_4	Specif. Gew. $d\,^{15}/_4$
90	1,8185	94	1,8372	98	1,8412
* 90,20	1,8195	* 94,84	1,8387	* 98,39	1,8406
91	1,8241	95	1,8390	* 98,66	1,8409
* 91,48	1,8271	* 95,97	1,8406	99	1,8403
92	1,8294	96	1,8406	* 99,47	1,8395
* 92,83	1,8334	97	1,8410	* 100,00 [2])	1,8384
93	1,8339	* 97,70 [1])	1,8413	* 100,35	1,8411

* Direct beobachtet.
[1]) Maximum der Dichte.
[2]) Minimum der Dichte.

Ausdehnungscoëfficient gleich 0,0010.

[1]) Aus Landolt und Börnstein: Physik.-chem. Tabellen, S. 140.

Tabelle III[1]).

Specifisches Gewicht und Procentgehalt verdünnter Schwefelsäure.

Nach J. Kolb: Dingl. polyt. Journ. 209, 268 (1873).

Specifisches Gewicht bei 15° C., bezogen auf Wasser von 0° = 1.

Baumé-Grade	Specif. Gew. d 15/0	100 Gewthle. enthalten H_2SO_4	1 Liter enthält H_2SO_4 in Kilogr.	Baumé-Grade	Specif. Gew. d 15/0	100 Gewthle. enthalten H_2SO_4	1 Liter enthält H_2SO_4 in Kilogr.	Baumé-Grade	Specif. Gew. d 15/0	100 Gewthle. enthalten H_2SO_4	1 Liter enthält H_2SO_4 in Kilogr.
1	1,007	1,9	0,019	23	1,190	25,8	0,307	45	1,453	55,4	0,805
2	1,014	2,8	0,028	24	1,200	27,1	0,325	46	1,468	56.9	0,835
3	1,022	3,8	0,039	25	1,210	28,4	0,344	47	1,483	58,3	0,864
4	1,029	4,8	0,039	26	1,220	29,6	0,361	48	1,498	59,6	0,893
5	1,037	5,8	0,060	27	1,231	30,9	0,381	49	1,514	61,0	0,923
6	1,045	6,8	0,071	28	1,241	32,2	0,400	50	1,530	62,5	0,956
7	1,052	7,8	0,082	29	1,252	33,4	0,418	51	1,540	64,0	0,990
8	1,060	8,8	0,093	30	1,263	34,7	0,438	52	1,563	65,5	1,024
9	1,067	9,8	0,105	31	1,274	36,0	0,459	53	1,580	67,0	1,059
10	1,075	10,8	0,116	32	1,285	37,4	0,481	54	1,597	68,0	1,095
11	1,083	11,9	0,129	33	1,297	38,8	0,503	55	1,615	70,0	1,131
12	1,091	13,0	0,142	34	1,368	40,2	0,526	56	1,634	71,6	1,170
13	1,100	14,1	0,155	35	1,320	41,6	0,549	57	1,652	73,2	1,210
14	1,108	15,2	0,168	36	1,332	43,0	0,573	58	1,671	74,7	1,248
15	1,116	16,2	0,181	37	1,345	44,4	0,597	59	1,691	76,4	1,292
16	1,125	17,3	0,195	38	1,357	45,6	0,619	60	1,711	78,1	1,336
17	1,134	18,5	0,210	39	1,370	46,9	0,642	61	1,732	79,9	1,384
18	1,142	19,6	0,224	40	1,383	48,3	0,668	62	1,753	81,7	1,432
19	1,152	20,8	0,239	41	1,397	49,8	0,696	63	1,774	84,1	1,492
20	1,162	22,1	0,258	42	1,410	51,2	0,722	64	1,796	86,5	1,554
21	1,171	23,3	0,273	43	1,424	52,6	0,749	65	1,819	89,7	1,632
22	1,180	24,5	0,289	44	1,438	54,0	0,777	66	1,842	100,0	1,842

1) Aus Landolt und Börnstein: Physik.-chem. Tabellen, S. 140.

Tabelle IV[1]).

Specifisches Gewicht und Procentgehalt von Kalilauge und Natronlauge.

Nach Th. Gerlach: Fres. Zeitschr. f. analyt. Chem. 8, 279 (1869).

Kalilauge						Natronlauge					
Specif. Gew. bei 15° C.	Gew.-Proc. KHO	Specif. Gew. bei 15° C.	Gew.-Proc. KHO	Specif. Gew. bei 15° C.	Gew.-Proc. KHO	Specif. Gew. bei 15° C.	Gew.-Proc. NaOH	Specif. Gew. bei 15° C.	Gew.-Proc. NaOH	Specif. Gew. bei 15° C.	Gew.-Proc. NaOH
1,009	1	1,230	25	1,525	49	1,012	1	1,279	25	1,529	49
1,017	2	1,241	26	1,539	50	1,023	2	1,290	26	1,540	50
1,025	3	1,252	27	1,552	51	1,035	3	1,300	27	1,550	51
1,033	4	1,264	28	1,565	52	1,046	4	1,310	28	1,560	52
1,041	5	1,276	29	1,578	53	1,058	5	1,321	29	1,570	53
1,049	6	1,288	30	1,590	54	1,070	6	1,332	30	1,580	54
1,058	7	1,330	31	1,604	55	1,081	7	1,343	31	1,591	55
1,065	8	1,311	32	1,618	56	1,092	8	1,353	32	1,601	56
1,074	9	1,324	33	1,630	57	1,103	9	1,363	33	1,611	57
1,083	10	1,336	34	1,642	58	1,115	10	1,374	34	1,622	58
1,092	11	1,349	35	1,655	59	1,126	11	1,384	35	1,633	59
1,101	12	1,361	36	1,667	60	1,137	12	1,395	36	1,643	60
1,110	13	1,374	37	1,681	61	1,148	13	1,405	37	1,654	61
1,119	14	1,387	38	1,695	62	1,159	14	1,415	38	1,664	62
1,128	15	1,400	39	1,705	63	1,170	15	1,426	39	1,674	63
1,137	16	1,412	40	1,718	64	1,181	16	1,437	40	1,684	64
1,146	17	1,425	41	1,729	65	1,192	17	1,447	41	1,695	65
1,155	18	1,438	42	1,740	66	1,202	18	1,457	42	1,705	66
1,166	19	1,450	43	1,754	67	1,213	19	1,468	43	1,715	67
1,177	20	1,462	44	1,768	68	1,225	20	1,478	44	1,726	68
1,188	21	1,475	45	1,780	69	1,286	21	1,488	45	1,737	69
1,198	22	1,488	46	1,790	70	1,247	22	1,499	46	1,748	70
1,209	23	1,499	47			1,258	23	1,509	47		
1,220	24	1,511	48			1,269	24	1,519	48		

[1]) Aus Landolt und Börnstein: Physik.-chem. Tabellen, S. 144.

Tabelle V[1]).

Tabelle über den Gehalt an Lösungen von kohlensaurem Natrium an krystallisirtem (zehnfach gewässertem) und wasserfreiem Salze.

Nach H. Schiff.

Specifische Gewichte	Procente an krystallisirter Soda	Procente an wasserfreien Salzen	Specifische Gewichte	Procente an krystallisirter Soda	Procente an wasserfreien Salzen
1,0038	1	0,730	1,1035	26	9,635
1,0076	2	0,747	1,1076	27	10,005
1,0114	3	0,112	1,1117	28	10,376
1,0153	4	1,482	1,1158	29	10,746
1,0192	5	1,853	1,1200	30	11,118
1,0231	6	2,223	1,1242	31	11,488
1,0270	7	2,594	1,1284	32	11,859
1,0309	8	2,965	1,1326	33	12,230
1,0348	9	3,335	1,1368	34	12,600
1,0388	10	3,706	1,1410	35	12,971
1,0428	11	4,076	1,1452	36	13,341
1,0468	12	4,447	1,1494	37	13,712
1,0508	13	4,817	1,1536	38	14,082
1,0548	14	5,188	1,1578	39	14,453
1,0588	15	5,558	1,1620	40	14,824
1,0628	16	5,929	1,1662	41	15,195
1,0668	17	6,299	1,1704	42	15,566
1,0708	18	6,670	1,1746	43	15,936
1,0748	19	7,041	1,1788	44	16,307
1,0789	20	7,412	1,1830	45	16,677
1,0830	21	7,782	1,1873	46	17,048
1,0871	22	8,153	1,1916	47	17,418
1,0912	23	8,523	1,1959	48	17,789
1,0953	24	8,894	1,2002	49	18,159
1,0994	25	9,264	1,2045	50	18,530

[1]) Aus Bolley: Handbuch der techn.-chem. Unters. 1879, S. 940.

Tabelle VI[1]).

Gewichte gewalzter Platten aus Stahl und Schmiedeeisen.

Die kaiserl. deutsche Admiralität rechnet 1 cbm Schmiedeeisen gleich 7763 kg; 1 cbm Stahl gleich 7850 kg.

Gewicht von 1 qm in Kilogrammen.

Blechdicke mm	Stahl kg	Eisen kg
1	7,85	7,763
2	15,70	15,526
3	23,55	23,289
4	31,40	31,082
5	39,25	38,815
6	47,10	46,578
7	54,95	54,341
8	62,80	62,104
9	70,65	69,867
10	78,50	77,630
11	86,35	85,393
12	94,20	93,156
13	102,05	100,919
14	109,90	108,682
15	117,75	116,445
16	125,60	124,208
17	133,45	131,971
18	141,40	139,734
19	149,15	147,497
20	157,00	155,260
21	164,85	163,023
22	172,70	170,786
23	180,55	178,549
24	188,40	186,312
25	196,25	194,075
26	204,10	201,838

[1]) Aus Hütte: Ingenieur-Taschenbuch, Abtheilung II, 1890.

Tabelle VII[1]).

Gewichtstabelle für schmiedeeiserne Sieberöhren.

Aeußerer Durchmesser		bei normaler Wandstärke		Ein laufender Meter wiegt bei einer Wandstärke von a Millimeter mehr als normale — a =							
				0,25	0,50	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Zoll engl.	mm	mm	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
$1^1/_2$	38	2,00	1,80	1,97	2,17	2,37	2,57	2,95	3,32	3,68	4,08
$1^5/_8$	41,5	2,50	2,40	2,61	2,83	3,05	3,26	3,67	4,08	4,47	4,85
$1^3/_4$	44,5	2,50	2,60	2,80	3,05	3,28	3,51	3,96	4,40	4,84	5,24
$1^7/_8$	47,5	2,50	2,75	3,01	3,26	3,52	3,77	4,26	4,73	5,20	5,65
2	51	2,75	3,25	3,53	3,80	4,07	4,33	4,86	5,37	5,88	6,37
$2^1/_8$	54	2,75	3,45	3,74	4,03	4,32	4,60	5,17	5,72	6,25	6,78
$2^1/_4$	57	2,75	3,65	3,95	4,26	4,57	4,87	5,47	6,08	6,63	7,20
$2^3/_8$	60	3,00	4,20	4,50	4,83	5,15	5,47	6,10	6,72	7,33	7,92
$2^1/_2$	63,5	3,00	4,45	4,79	5,13	5,48	5,82	6,49	7,14	7,79	8,42
$2^3/_4$	70	3,00	4,90	5,30	5,69	6,07	6,45	7,20	7,94	8,67	9,39
3	76	3,00	5,35	5,76	6,19	6,61	7,04	7,85	8,64	9,44	10,26
$3^1/_4$	83	3,50	6,80	7,28	7,74	8,20	8,66	9,56	10,44	11,29	12,17
$3^1/_2$	89	3,50	7,32	7,81	8,31	8,80	9,29	16,27	11,22	12,17	13,11
$3^3/_4$	95	3,50	7,83	8,36	8,90	9,43	9,95	11,00	12,03	13,05	14,06
4	102	3,75	9,01	9,58	10,15	10,72	11,29	12,42	13,53	14,63	15,71
$4^1/_2$	114	3,75	10,10	10,75	11,40	12,04	12,68	13,95	15,21	16,46	17,69
5	127	4,25	12,75	13,47	14,20	14,91	15,62	17,04	18,45	19,84	21,22
$5^1/_2$	140	4,50	14,90	15,70	16,50	17,29	18,08	19,65	21,21	22,76	24,29
6	152	4,50	16,22	17,10	17,96	18,83	19,70	21,41	23,12	24,81	26,49
$6^1/_2$	165	4,50	17,65	18,61	19,55	20,50	21,44	23,32	25,18	27,03	28,87
7	178	4,50	19,08	20,11	21,14	22,17	23,19	25,22	27,24	29,26	31,25

[1]) Aus Hütte: Ingenieur-Taschenbuch, Abtheilung II, S. 520.

Tabelle VIII.

Münz- und Maßtabellen.

A. Münztabellen.

Großbritannien und Irland.

1 Pfd. Sterl. = 20 Sch. zu 12 Pence (d)	= 20 Mk.	43	Pfg.
1 „ „ = 20 „ „ 4 Farthing. 1 Sch. Silber	= 1 „	—	„

Rußland.

1 Rubel = 100 Kopeken, nominell	= 3 „	24	„
1 Rubel Gold	= 3 „	24	„
1 Rubel Papier etwa	= 2 „	50	„

(schwankt im Curse zwischen 1,50 bis 2,50 Mk.)

Vereinigte Staaten von Nordamerika.

1 Gold-Dollar zu 100 Cent	≐ 4 „	19,8	„
1 Silber-Dollar zu 5 Dimes zu 10 Cent	= 2 „	20	„
1 Eagle zu 10 Dollars	= 41 „	98	„

Oesterreich-Ungarn.

1 Gulden österr. Währ. = 100 Neukreuzer (Silber und Papier)	= 1 „	70	„
1 Gulden Gold	= 2 „	—	„

1 Krone = 50 Neukreuzer = 100 Heller = 85 Pfg.

B. Maße und Gewichte.

Großbritannien und Irland; Vereinigte Staaten von Nordamerika.

Seit 1821 sind folgende Maße üblich:

1 Yard = 0,9143835 m.
1 Fathom = 2 Yard.
1 Meile = 8 Furlongs = 800 Fathom = 2/9 deutsche Meile = 1609,3149 m.
1 Inch = 0,0253995 m.
1 Gallone = 4,54345 Liter.
1 Tun = 252 Gall. = 11,45 hl.
1 Pfund Avoirdupoids = 16 Ounces = 256 Drams = 7000 Troygrains = 453,598 g.
1 Tonne (ton) = 20 Centner (centweight) = 2240 Pfund = 1016,06 kg.
1 engl. Centner = 50,8 kg.

Rußland.

1 Saschehn (Faden) = 2,13357 m.
1 Saschehn = 7 Fuß = 3 Arschine = 12 Tschetwert.
1 Werst = 500 Saschehn = 1066,78 m.
1 Dessätine = 2400 Quadratsaschehn = 10 925 qm.
1 Wedro = 12,299 Liter.
1 Pfund = 409,531 g.
1 Pud = 16,38 kg (rund).

Tabelle IX [1]).

Tabelle zur Verwandlung des englischen Maßes in Metermaß.

Fuß, Quadratfuß, Cubikfuß	Meter	Quadratmeter	Cubikmeter	Zoll, Quadratzoll, Cubikzoll	Centimeter	Quadratcentimeter	Cubikcentimeter
1	0,304794	0,092900	0,028315	1	2,5400	6,4513	16,386
2	0,609589	0,185799	0,056630	2	5,0799	62,9027	32,773
3	0,914383	0,278699	0,084946	3	7,6199	19,3540	49,158
4	1,219178	0,371599	0,113261	4	10,1598	25,8054	65,544
5	1,523972	0,464498	0,141576	5	12,6998	32,2567	81,930
6	1,828767	0,557398	0,169891	6	15,2397	38,7081	98,317
7	2,133561	0,650298	0,198207	7	17,7797	45,1594	114,703
8	2,438356	0,743198	0,226522	8	20,3196	51,6108	131,089
9	2,743150	0,836097	0,254837	9	22,8596	58,0621	147,475
10	3,047945	0,929997	0,283152	10	25,3995	64,5135	163,861
11	3,352739	1,021897	0,311467	11	27,9395	70,9648	180,247

Tabelle zur Verwandlung der Metermaße in englisches Maß.

Meter, Quadratmeter, Cubikmeter	Fuß	Zoll	Quadratfuß	Quadratzoll	Cubikfuß	Cubikzoll
1	3,2809	39,3708	10,7643	1550,06	35,3165	61025,8
2	6,5618	78,7416	21,5286	3100,12	70,6331	122051,7
3	9,8427	118,1124	32,2929	4650,18	105,9497	183077,5
4	13,1236	157,4831	43,0572	6200,24	141,2663	244103,3
5	16,4045	196,8539	53,8215	7750,30	167,5828	305129,1
6	19,6854	236,2247	64,5857	9300,35	211,8994	366155,0
7	22,9663	275,5995	75,3501	10850,41	247,2160	427180,8
8	26,2472	314,9663	86,1143	12400,47	282,5326	488206,6
9	29,5281	354,3371	96,8787	13950,53	317,8491	549232,5

[1]) Aus Hütte: Ingenieur-Taschenbuch, Abtheilung II, S. 538.

Tabelle X[1]).

Vergleichungstabellen für Belastungen ꝛc.

Vergleichungstabelle der specifischen Belastungen.

1. Gewichtseinheit für die Längeneinheit. 2. Gewichtseinheit für die Flächeneinheit.

Kilogr. für ein laufendes Meter	Pfund für einen laufenden Fuß			Kilogr. für 1 qcm	Pfund für ein Quadratzoll		
	England	Preußen	Oesterreich		Oesterreich	Preußen	England
1	0,6719	0,6277	0,5645	1	12,391	13,681	13,222
1,4882	1	0,9342	0,8400	0,0807	1	1,1041	1,1478
1,5931	1,0705	1	0,8993	0,0731	0,9057	1	1,0396
1,7716	1,1904	1,1120	1	0,0703	0,8712	0,9619	1

3. Druck der Atmosphäre in französischem, preußischem und englischem Maß.

(Der Druck der Atmosphäre = 1,03329068 kg für 1 qcm, oder rund 1 kg auf 1 qcm.)

Die Atmosphäre angenommen zu		Höhe der Quecksilbersäule in		Höhe der Quecksilbersäule in		Druck auf den]		
28 Pariser Zoll Quecksilbersäule	76 cm Quecksilbersäule	Pariser Zoll	Centimeter	preuß. Zoll	engl. Zoll	preuß. Quadr.-zoll in Pfd.	Quadr.-centimeter in Kilogr.	engl. Quadr.-zoll in Pfd.
1	0,99731	28,000	75,796	28,980	29,841	14,099	1,0305	14,657
1,00269	1	28,075	76,000	29,058	29,922	14,136	1,0333	14,696
0,03579	0,03562	1	2,707	1,035	1,066	0,5035	0,0368	0,5235
0,01319	0,01316	0,369	1	0,382	0,394	0,1860	0,0136	0,1934
0,03451	0,03441	0,966	2,615	1	1,030	0,4865	0,0356	0,5057
0,03351	0,03342	0,938	2,540	0,971	1	0,4725	0,0345	0,4912
0,07093	0,07074	1,986	5,376	2,056	2,118	1	0,0731	1,0396
0,07039	0,96778	27,171	73,551	28,122	28,958	13,681	1	14,223
0,06823	0,06805	1,910	5,171	1,977	2,036	0,9619	0,0703	1

[1]) Aus Hütte: Ingenieur-Taschenbuch, Abtheilung II, S. 539.

Nachtrag.

H. Kast und G. Lagai [1]) besprechen die Schwefelverbindungen im Erdöl. In einer Tabelle ist der Schwefelgehalt der bekannteren Roherdöle angegeben. Er schwankt zwischen 0,064 Proc. eines Bakuöles und 1,87 Proc. eines Kirgisensteppenöles. — Schwefelfrei ist nur das von Tegernsee. — Sie erwähnen auch verschiedene Patente zur Entfernung des Schwefels sowohl aus dem Roherdöl, als auch aus dem Brennöl, die aber kaum ihrem Zwecke entsprechen dürften. Kast und Lagai bestätigen, was übrigens die Praxis erwiesen, daß die Schwefelsäure bei der Reinigung des Brennöles den Schwefel nicht entfernt, sondern nur desodorisirend wirke; viel wirksamer ist eine Vorreinigung mit concentrirter Natronlauge. (Siehe viertes Capitel, Chemische Reinigung.)

Bezüglich des chemischen Charakters der schwefelhaltigen Bestandtheile des Erdöles war man, nach Kast und Lagai, bis vor Kurzem lediglich auf Vermuthungen angewiesen. Krämer [2]) nimmt das Vorhandensein thiophenartiger Stoffe an. Nach Hager [3]) soll Schwefelkohlenstoff darin enthalten sein, eine Beobachtung, die seither keine Bestätigung gefunden haben soll.

Mabery und Smith [4]) theilen mit, daß es ihnen gelungen sei, eine größere Anzahl von im Rohöl ursprünglich vorhandenen Alkylsulfiden zu isoliren, während die Abwesenheit von Thiophenverbindungen und Mercaptanen ausdrücklich constatirt wurde. Kast und Lagai wiederholten die Versuche, um die Zusammensetzung 2c. der Schwefelverbindungen näher zu studiren, resp. ihre Bedenken gegen die Resultate von Mabery und Smith zu erhärten. Als Versuchsmaterial dienten ihnen die Abfallsäure der Pechelbronner Oelbergwerke und Destillate des als schwefelreich bekannten Ohioroherdöles; aus diesen beiden gelang es ihnen nicht, trotz verschiedenster Anordnung der Versuche, ein Kalksalz aus der Schwefelsäure darzustellen, welches bei der Destillation mit Wasserdampf schwefelhaltige Producte geliefert hätte, wiewohl Mabery und Smith angaben, daß diese Säure das Material zur Darstellung der Alkylsulfide sei. Durch diese wenig ermuthigenden, mit den Angaben von Mabery und Smith nicht übereinstimmenden Resultate sahen sich Kast und Lagai veranlaßt, sich Klarheit darüber zu verschaffen, ob überhaupt eine Einwirkung von Schwefelsäure auf Alkylsulfide stattfinde. Sie erhielten ein negatives Resultat, so daß es als erwiesen angesehen

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 284, 69. — [2]) Verhandlung des Vereins zur Beförderung d. Gewerbefleißes 1885, S. 296. — [3]) Dingl. polyt. Journ. 1867, 183, 165. — [4]) Berl. Ber. 1889, 22, 3303.

werden muß, daß bei Behandlung des Roherdöles mit Schwefelsäure eine Einwirkung auf Alkylsulfide, wenn solche überhaupt vorhanden sind, keinesfalls in der Weise stattfindet, daß sich, wie Mabery und Smith behaupten, Sulfonsäuren bilden. Kast und Lagai fanden, daß in dem unter 150° C. überdestillirten Oel mit Quecksilberchlorid ein weißer, käsiger Niederschlag, eine Quecksilberchloriddoppelverbindung, entstehe, dessen Untersuchung sie fortsetzen.

Ueber die Verwendung der Mannesmannstahlröhren für die Zwecke der Tiefbohrtechnik.

Es giebt wohl kaum ein Gebiet, welches in gleichem Maße wie die Tiefbohrtechnik auf die Verwendung von Röhren mit hoher Festigkeit und unbedingter Zuverlässigkeit angewiesen ist. Am besten haben diesen Bedingungen bisher die patentgeschweißten schmiedeeisernen Röhren entsprochen. Neuerdings ist es jedoch gelungen, mit dem nahtlosen Mannesmannstahlrohr ein Material in die Praxis einzuführen, welches allem Anschein nach berufen ist, noch wesentlich weitergehenden Anforderungen gerecht zu werden [1]). Nachdem das Mannesmannrohr aus einem ursprünglich massiven cylindrischen Block hergestellt ist und unganze Stellen (Spaltflächen, Poren ꝛc.) im Block ein Aufreißen der Rohrwandung bedingen würden, trägt jedes Mannesmannrohr die Gewähr für ein gesundes Material schon in sich selbst. Durch die spiralförmige Anordnung der Fasern erhalten aber die Mannesmannröhren noch einen besonderen Vorzug; während nämlich die Zugfestigkeit in der Längsrichtung etwas höher ist, als diejenige des durchgewalzten Rohmaterials, erhöht sich die Querfestigkeit, wie dieses aus amtlichen Versuchen erwiesen ist, um 15 bis 34 Proc., eine Eigenschaft, die von besonderem Werth überall da ist, wo die Röhren auf inneren oder äußeren Druck in radialer Richtung beansprucht werden. Zahlreiche Versuche in mechanisch technischen Versuchsanstalten haben die hohe Druckfestigkeit des Materials ergeben. Ein Mannesmannbohrrohr von 4 Zoll, mit 4 mm Wandstärke, ergab in der mechanisch technischen Versuchsanstalt in Charlottenburg $57\frac{1}{2}$ kg pro Quadratmillimeter Bruchgrenze, wogegen ein geschweißtes Bohrrohr gleicher Dimension $34\frac{1}{2}$ kg Bruchgrenze ergab. Ein Mannesmannrohr aus Tiegelgußstahl von 200 mm Durchmesser wies 78,2 kg Bruchgrenze bei 18,2 Proc. Dehnung auf 100 mm auf.

Die Proben auf inneren Druck ergaben, daß ein Rohr von 56 mm Außendurchmesser mit 3 mm Wandstärke bei einem Drucke von 565 Atmosphären, ein Rohr von 17,5 mm Außendurchmesser mit 0,7 mm Wandstärke erst bei 880 Atmosphären Druck platzte. Durch Eintreiben eines conischen Dornes ließen sich Mannesmannrohre in kaltem Zustande um 69 Proc. ihres ursprünglichen Umfanges erweitern, bevor ein Aufreißen eintrat; in heißem Zustande war die Erweiterung bis auf 600 Proc. des ursprünglichen Umfanges möglich, ohne jeg-

[1]) Vorläufig besitzen die Rohre zum Theil den Uebelstand eines ovalen Querschnittes.

liche Rißstellen. Durch diese hohen Festigkeitszahlen wurde die Veranlassung gegeben, Mannesmannröhren mit dünnerer Wandstärke herzustellen, und es werden von den Mannesmannwerken jetzt bereits Röhren bis 300 mm mit nur 4 mm Wandstärke erzeugt, welche für den Bohringenieur ein höchst beachtenswerthes Material repräsentiren. Durch diese dünnere Wandstärke im Verein mit der großen Festigkeit ist die Möglichkeit geboten, zu wesentlich größeren Teufen herabzugehen, als dieses bei dickwandigeren Röhren aus geringerem Material der Fall ist. Doch nicht nur bei der Verrohrung der Bohrlöcher ist die vermehrte Widerstandsfähigkeit der Mannesmannröhren von Vortheil, sondern auch bei der Anwendung hohler Bohrgestänge, wo einem solchen noch Schwerstange, Rutschscheere und Bohrmeißel angehängt sind. Jeder Bohrtechniker, der einmal sein Bohrzeug aus der Tiefe heben mußte, wird die Vortheile eines hohlen Gestänges mit großer Zugfestigkeit und sicher tragenden Gewinden anerkennen. Da die Mannesmannrohre je nach Verwendungszweck sowohl aus weichem, mittelhartem, wie auch aus härtestem Tiegelgußstahl hergestellt werden können, so eignen sich die letzteren besonders zur Herstellung von Bohrkronen, Löffelbohrern, Bohrmeißeln, und es ergiebt sich hierbei der besondere Vortheil, daß diese hohlen Werkzeuge wegen der spiralförmigen Anordnung der Fasern in wesentlich geringerem Maße beim Härten zum Reißen oder Verziehen neigen, wie aus dem Massiven ausgebohrte Werkzeuge. Auch bei der Verwendung zu Leitungszwecken erscheinen die Nahtlosigkeit und die hohe Elasticität der Mannesmannrohre als bereits bekannte Vorzüge. Es ist möglich, mit diesen Rohren jeder Hebung und Senkung des Terrains mit Leichtigkeit zu folgen, und sie sind äußerst widerstandsfähig gegen innere Stöße, wie solche bei plötzlichem Absperren oder Eröffnen einer Leitung unvermeidlich sind. Man kann auch hier, selbst bei hochbeanspruchten Leitungen, auf dünne Wandstärken zurückgehen und erzielt dadurch entsprechend niedrigere Gewichte der einzelnen Rohrstücke, was namentlich da zur Geltung kommen dürfte, wo es sich um den Transport der Röhren auf schlecht passirbaren Wegen handelt.

Zum Zwecke des Rostschutzes werden die Röhren mit einer heiß eingebrannten Theeremaille versehen, welche sich als ein vollkommen sicherer Schutz gegen das Rosten erwiesen hat. Uebrigens braucht man ja nur auf die Thatsache hinzuweisen, daß in Nordamerika seit längeren Jahren viele tausend Kilometer von Petroleum- und Wasserleitungen im Betrieb sind, welche durchweg aus geschweißten schmiedeeisernen Röhren bestehen. Durch die günstigen Erfahrungen, welche man gesammelt, ist die Verwendung von gußeisernen Röhren für Leitungszwecke dort gänzlich aufgegeben worden.

Kältepunktsprüfung der Mineralöle[1]).

Einige deutsche Bahnverwaltungen benutzen nachfolgenden Apparat, als dessen Verfertiger G. A. Schultze, Berlin, genannt ist, zur Bestimmung des Erstarrungspunktes von Mineralölen.

---

[1]) C. Däschner, Chemiker- und Technikerzeitung 1892, Nr. 12.

Kältepunktsprüfung.

Die Anforderung lautet:

„Das Sommeröl soll bei — 5° C., das Winteröl bei — 15° C. noch fließend sein, d. h. es soll, einem gleichbleibenden Drucke von 50 mm Wassersäule ausgesetzt, in einem Glasröhrchen von 6 mm innerer Weite noch mindestens 10 mm in einer Minute steigen.

Vor der Prüfung auf den Kältepunkt soll das Oel mindestens eine Stunde lang ohne Erschütterung dem Kältegrade ausgesetzt gewesen sein, bei welchem es untersucht werden soll.

Zu diesem Zwecke wird es in einem offenen, nach Centimeter getheilten Glasröhrchen in eine gefrierende Salzlösung von constanter Temperatur gestellt. Die Prüfung geschieht, ohne das Röhrchen aus dem Kältebade herauszunehmen, und ist der nachstehend beschriebene und dargestellte Apparat (Fig. 364, a. f. S.) nach der Gebrauchsanweisung zu benutzen. Nur die auf dem beschriebenen Apparat gefundenen Prüfungsergebnisse sind für die Lieferung des Oeles maßgebend.“

Vorrichtung zur Ermittelung des Kältepunktes.

Die Vorrichtung besteht aus dem Apparat zur Herstellung des gleichmäßigen Luftdruckes von 50 mm Wassersäule und dem Apparat zur Abkühlung des Oeles auf eine bestimmte Temperatur.

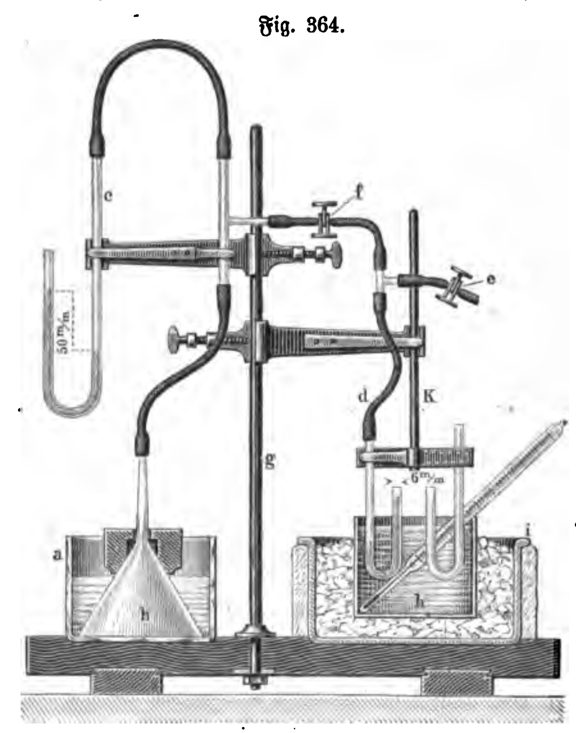
In das Glas *a* ist ein durch ein Gewicht beschwerter Glastrichter *b* umgestülpt, welcher mittelst Gummischlauch und ⊢ Zwischenstück mit dem Manometerrohr *c* in Verbindung steht. Letzteres ist durch den Arm eines Ständers *g* gehalten. Beim Eingießen von Wasser in das Glas *a* und das Rohr *c* wird die Pressung der in dem Trichter eingeschlossenen Luft sich in dem Unterschied der beiden Niveau in dem Rohr *c* zeigen. Diese Pressung läßt sich, bevor der Schlauch *d* auf das Oelprobirglas gesteckt wird, mittelst der Schlauchklemme *f* genau auf 50 mm reguliren und danach durch Absperrung dauernd erhalten. In den Schlauch *d* ist mittelst ⊥ Stück ein Luftauslaßschlauch mit der Klemme *e* eingeschaltet, um beim Aufsetzen des Schlauches auf das Probirglas eine vorzeitige Luftpressung auf das Oel zu verhüten. Die Abkühlung des Oeles geschieht in U-förmigen, mit Centimetertheilung versehenen 6 cm weiten Röhrchen in dem mit einer bei — 5° C. bezw. — 15° C. gefrierenden Salzlösung gefüllten Gefäß *h*, welches in dem mit einer Kältemischung von Eis und Viehsalz gefüllten größeren irdenen Topf *i* steht.

Um mehrere Proben zu gleicher Zeit ausführen zu können, sind vier Oelprobirgläschen an dem beweglichen Stativ *k* aufgehängt, in dessen Arme mit Klemmen sie leicht eingesetzt und ausgelöst werden können. Das Thermometer *l* in der Salzlösung zeigt die Temperatur der Lösung bezw. des Oeles an.

Die mit Oel circa 30 mm hoch gefüllten Probirgläschen sollen, sobald die Salzlösung ihren Gefrierpunkt erreicht hat, so weit in dieselbe gesenkt werden, daß das Oel 10 mm unter dem Niveau der Lösung steht.

Nach einer Stunde wird der Schlauch *d* des fertig gemachten Druckapparates bei offener Klemme *e* auf ein Probirglas geschoben, dasselbe so weit aus der Lösung gezogen, daß man die Oelkuppe sehen kann und nach Schließen der Klemme *e* die Klemme *f* geöffnet. Hiernach beobachtet man, ob unter dem eintretenden Druck das Oel in einer Minute um 10 mm im Schenkel steigt.

Fig. 364.



Nach Schließen der Klemme *f* und Oeffnen der Klemme *e* wird der Schlauch *d* abgelöst und kann die Prüfung der übrigen Oele erfolgen.

Die Kältemischung (aus 1 Thl. Viehsalz und 2 Thln. zerkleinertem Eis) giebt Temperaturen von weniger als — 15° C. Zur Erzeugung der constanten Temperatur speciell von — 5° C. dient eine Lösung von 13 Thln. Kaliumnitrat und 3,3 Thln. Kochsalz auf 100 Thle. Wasser; für eine Temperatur von — 15° C. wird eine Lösung von 25 Thln. Chlorammonium auf 100 Thle. Wasser genommen.

Bei Verwendung chemisch nicht reiner Salze kann eine Correctur des Gefrierpunktes durch Kochsalz herbeigeführt werden, indem geringe Zusatzmengen den Gefrierpunkt herabsetzen [1]).

G. Krämer und A. Spilker (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1891, S. 2785) erhielten aus Pseudocumol und Allylalkohol einen Körper, der sich durch bedeutende Viscosität auszeichnet, sie glauben, daß ähnliche Verbindungen die eigentlichen Träger der Viscosität der Mineralöle sind.

---

[1]) Der Apparat und die Methode sind zu complicirt, um in der Hand nicht sehr gewandt und vorsichtig Operirender zuverlässig zu functioniren. Der Verfasser.

Bekanntmachung,

betreffend die Aichung von Meßwerkzeugen zur Bestimmung der Dichte von Mineralölen [1]). (Reichs-Gesetzbl. 1891. Beilage zu Nr. 31.)

Vom 23. December 1891.

Auf Grund des Artikels 18 der Maß- und Gewichtsordnung vom 17. August 1868 erläßt die Kaiserliche Normalaichungscommission folgende Vorschriften:

§. 1.

Zur Aichung werden gläserne Thermoaräometer zugelassen, welche die Temperatur in Graden des hundertheiligen Thermometers und, bei der Temperatur von $+15^{0}$, die Dichte der Mineralöle, bezogen auf reines Wasser größter Dichte, angeben.

Die Scalen der Instrumente sollen derart getheilt sein, daß

die Aräometerscale nach Einheiten der dritten Decimale, und zwar:	die Thermometerscale:
a) von 0,610 bis 0,700	nach halben Graden von — 10 bis + 35°,
b) „ 0,680 „ 0,770	„ „ „ „ — 10 „ + 35°,
c) „ 0,750 „ 0,840	„ „ „ „ — 10 „ + 35°,
d) „ 0,820 „ 0,910	„ ganzen „ „ — 1 „ + 60°,
e) „ 0,890 „ 0,990	„ „ „ „ — 1 „ + 60°,

fortschreitet. Die Zulassung von Thermoaräometern mit Scalen anderer Abstufung bedarf der Genehmigung der Normalaichungscommission.

§. 2.

1. Die für die richtige Einstellung erforderliche Beschwerung des Thermoaräometers soll durch das Quecksilbergefäß des Thermometers bewirkt werden.

---

[1]) Hierzu gehören: Tafeln zur Ermittelung der Dichte von amerikanischem Petroleum und deren Producten mittelst des „Thermoaräometers". (Berlin 1892, bei Julius Springer, 90 Seiten.)

Tarirungsmittel zur letzten Ausgleichung dürfen auf der Innenseite der Scalen angebracht sein. Sie sollen durch Einwirkung von Außen sich nicht verrücken lassen, auch nicht von selbst sich loslösen können.

2. Die äußeren Glasflächen sollen einen gleichmäßigen, zu der Achse symmetrischen Verlauf haben; die Massenvertheilung soll derart sein, daß die Spindel beim Eintauchen sich lothrecht einstellt.

3. Die Spindelkuppe soll gleichmäßig gerundet sein, eine glatte Oberfläche haben und keine der Stempelung hinderliche Vertiefungen oder Erhöhungen zeigen.

Der äußere Durchmesser darf bei dem unteren Glaskörper nicht mehr als 28 mm, bei der Spindel nicht weniger als 5 mm und nicht mehr als 7 mm betragen.

Die Capillare des Thermometers darf oberhalb der Theilung keine Erweiterungen enthalten und nur so lang sein, daß das Thermometer ohne Gefahr des Zerspringens höchstens bis zu 70° erwärmt werden kann.

4. Die aus Papier herzustellenden Scalen sollen an der Glaswand unveränderlich befestigt sein; Bindemittel, welche durch Erwärmung sich lösen, sind unzulässig.

5. Der obere Rand der Aräometerscale soll wenigstens 15 mm unterhalb der Kuppe liegen.

Der obere Rand der Thermometerscale soll wenigstens 20 mm unterhalb der Stelle liegen, an welcher die Verjüngung des Glaskörpers beginnt.

6. Die Theilstriche der Scalen sollen in Schwarz ausgeführt sein.

Auf der Aräometerscale sollen die Theilstriche für die ganzen Einheiten der zweiten Decimale beziffert und, ebenso wie die Theilstriche für die halben Einheiten der zweiten Decimale, länger sein als die übrigen Theilstriche. Die kürzesten Striche sollen sich über mindestens ein Viertel des Umfanges der Spindel erstrecken.

Auf der Thermometerscale sollen die Theilstriche in nicht unterbrochenem Zuge verlaufen und auf beiden Seiten der Capillare sichtbar sein; diejenigen für jeden fünften Grad sollen länger, diejenigen für die halben Grade kürzer sein, als die übrigen. Jeder zehnte Grad soll eine Bezifferung tragen.

Die Numerirung der Theilstriche, sowie die Bezeichnung der Scalen soll deutlich sein.

7. Die Aräometerscale soll in die Erweiterung des Endes der Spindel, jedoch nicht in den Glaskörper hinabreichen; Theilstriche darf sie nur soweit tragen, als die Spindel cylindrisch ist.

Die Thermometerscale darf Theilstriche nach unten hin nur bis zur Biegung der Capillare tragen.

8. Die Scalen dürfen erhebliche Eintheilungsfehler nicht zeigen; benachbarte Theilabschnitte dürfen um höchstens ein Viertel ihrer mittleren Länge von einander abweichen.

9. Die Theilung auf der Aräometerscale soll nicht unter 140 mm und nicht über 180 mm, diejenige auf der Thermometerscale nicht unter 90 mm lang sein.

10. Nebentheilungen für andere als die nach §. 1 zulässigen Temperatur- und Dichteangaben sind ausgeschlossen.

§. 3.

Die Thermometerscale soll die Bezeichnung „Grade des hunderttheiligen Thermometers“, die Aräometerscale soll die Bezeichnung „Aräometer für Mineralöle“ tragen.

Eine Geschäftsnummer soll am oberen Ende der Thermometerscale angegeben sein.

Zulässig ist es, auf einer der Scalen Namen und Sitz eines Geschäfts, sowie Tag und Jahr der Anfertigung des Instrumentes anzugeben.

Andere Angaben sind unzulässig.

§. 4.

Im Mehr oder Minder dürfen die Fehler betragen:

am Aräometer	bei den Instrumenten a, b, c	0,0005,
	„ „ „ d, e	0,001,
am Thermometer	bei Theilung in halbe Grade	0,2°,
	„ „ „ ganze „	0,4°.

Die Angabe des Thermometers in schmelzendem Eise darf durch Erwärmen des Instrumentes zur höchsten von der Scale angegebenen Temperatur keine Veränderungen erleiden, welche den vierten Theil der vorstehenden Fehlergrenzen überschreiten.

Am Aräometer sind diejenigen Angaben maßgebend, welche der Schnittlinie des ebenen Flüssigkeitsspiegels und der Scalenfläche entsprechen.

§. 5.

Die Stempelung erfolgt durch Aufätzen eines Stempels nebst Jahreszahl und Nummer auf den Glaskörper oberhalb der Thermometerscale, sowie eines kleineren Stempels auf die Spindelkuppe.

Auf den Glaskörper wird die Angabe des Gewichts des Instrumentes in Milligrammen aufgeätzt. Auf die Spindel wird unmittelbar über dem oberen Rande der Aräometerscale und unmittelbar unter dem untersten Theilstrich derselben je ein Strich aufgeätzt, welcher sich mindestens über die Hälfte des Spindelumfanges erstreckt. Der obere Strich soll mit seiner unteren Grenzlinie in die Ebene des Scalenrandes, der untere mit seiner oberen Grenzlinie in die Ebene des untersten Theilstriches fallen.

§. 6.

Zur Ermittelung der wahren Dichte von Mineralölen bei der Normaltemperatur, sowie der Dichte bei anderen Wärmegraden aus den Angaben des Thermoaräometers dienen die von der Normalaichungscommission herausgegebenen amtlichen Tafeln.

§. 7.

An Gebühren werden erhoben:

bei der Aichung für jedes Thermoaräometer . . .	2	Mark,
bei bloßer Prüfung für jede geprüfte Stelle		
an der Thermometerscale	0,10	„
an der Aräometerscale	0,25	„

Sind bei der Aichung an einer der Scalen mehr als fünf Stellen geprüft, so wird für jede Stelle mehr ein Zuschlag nach den vorstehenden Sätzen berechnet.

Berlin, den 23. December 1891.

Kaiserliche Normalaichungscommission.

Huber.

Instruction

zur Prüfung und Stempelung der Thermoaräometer.

(Bekanntmachung vom 23. December 1891.)

Die Prüfung und Stempelung der auf Grund der Bekanntmachung vom 23. December 1891 ausgeführten Thermoaräometer erfolgt im Allgemeinen in Gemäßheit der für die Thermoalkoholometer nach Gewichtsprocenten geltenden Bestimmungen (Mittheilungen S. 80) in sinnentsprechender Anwendung, jedoch unter Berücksichtigung der nachfolgenden Anordnungen:

1. Die Prüfung der Dicke der Spindel geschieht mit Hülfe eines Tasters oder einer Lehre.

Einer Prüfung, ob das Thermometer Erwärmungen über 70° nicht zuläßt, werden nach Durchsicht der Thermometerröhren auf etwaige vorschriftswidrige Erweiterungen nur die bis zu 60° reichenden Instrumente unterworfen, und zwar indem das oberhalb der Theilung befindliche Stück des Capillarrohres, soweit es noch hohl ist, mittelst eines guten Kantmaßstabes gemessen wird. Die erhaltene Länge darf die Länge von 11° der Scale nicht überschreiten; der Zuschlag von einem Grade rechtfertigt sich dadurch, daß das Capillarrohr innen spitz ausläuft.

Die Prüfung der Länge der Scalen am Thermometer und Aräometer geschieht durch Ausmessen der ganzen Scalen, soweit dieselben Theilstriche enthalten, mittelst eines guten Kantmaßstabes.

Bei allen diesen Messungen ist das Auge senkrecht über den betreffenden Stellen der Scalenfläche zu halten, so daß der zu beobachtende Scalenstrich jedesmal seinem ganzen Verlaufe nach gerade erscheint.

2. Die Prüfung der Thermometer beginnt immer mit der Bestimmung des Eispunktes und schreitet nach den oberen Scalenstellen bei den Instrumenten a, b, c bis + 35°, bei den Instrumenten d, e bis + 50° fort. Es ist stets darauf zu achten, daß die Thermometer sich ganz innerhalb der Temperatur befinden, bei welcher sie geprüft werden sollen.

Zwischen den Ablesungen des Normals dürfen nicht mehr als fünf zu prüfende Instrumente abgelesen werden. Weichen die Ablesungen des Normals bis 35° um mehr als 0,1°, zwischen 35 und 50° um mehr als 0,2° von einander ab, so ist die Prüfung zu wiederholen.

Nach Beendigung der Prüfung ist eine nochmalige Bestimmung des Eispunktes vorzunehmen, und zwar bei den Instrumenten d und e, nachdem zuvor

eine Erwärmung bis auf 60° stattgefunden hat. Instrumente, bei denen in der zweiten Bestimmung der Eispunkt um mehr als den vierten Theil der Fehlergrenze (d. i. um mehr als ein Zehntel des kleinsten Theilabschnittes der Thermometerscale) tiefer liegend gefunden wird als in der ersten, sind als unzulässig zurückzugeben.

Die Thermometerangaben unter 0°, sowie diejenigen über 50° werden nicht thermometrisch geprüft, sondern es genügt, mittelst eines guten Kantmaßstabes die Länge der Theilung von 0 Grad- bezw. + 50 Gradstrich bis zu den weiteren Gradstrichen — 5, — 10 bezw. + 55, + 60 nachzumessen. Die so gefundenen Längen dürfen von den aus der Länge der ganzen Theilung sich ergebenden Sollbeträgen für 5° und 10° nicht so weit abweichen, daß unter Berücksichtigung des bei 0° bezw. 50° bereits durch die thermometrische Prüfung gefundenen Fehlers daraus auf ein Ueberschreiten der Fehlergrenze geschlossen werden muß.

3. Die Prüfung der Aräometerscale geschieht bei den drei ersten Spindeln a, b, c in Petroleummischungen, bei der vierten Spindel d in Mischungen aus Wasser und Alkohol, bei der fünften Spindel e in Mischungen aus Glycerin und einem Spiritus von etwa 62,5 Gewichtsprocenten. Die Petroleummischungen stellt man am einfachsten dar aus den leichten Petroleumdestillaten, sogenannten Benzinen, von den Dichten 0,62 bis 0,63, 0,65 bis 0,66, 0,71 bis 0,72, sodann aus klarem Leuchtöl und aus einem leichten hellen Schmieröl (Dichte 0,84 bis 0,85). Da diese Oele sehr feuergefährlich sind, ist größte Vorsicht bei der Benutzung und Aufbewahrung derselben geboten, insbesondere sollen Prüfungen in denselben niemals bei künstlicher Beleuchtung vorgenommen werden. Als Wasseralkoholmischungen können diejenigen Mischungen benutzt werden, welche auch zur Prüfung von Alkoholometern dienen, zur Herstellung der Glycerinmischungen genügt das gewöhnliche Glycerin des Handels.

Das Reinigen der Aräometer geschieht nach der Prüfung in den Petroleummischungen durch Abspülen in dem schwersten Benzin (Naphta, Dichte 0,71 bis 0,72) und durch Abtrocknen mit einem Tuche, nach der Prüfung in Wasseralkoholmischungen wie bei den Alkoholometern, nach der Prüfung in den Glycerinmischungen durch Abspülen zuerst in Wasser, bis es klar abläuft, sodann in einem hochprocentigen Spiritus, und durch Abtrocknen. Die Reinigungsflüssigkeiten werden in Standgläsern in der Nähe der Prüfungsstelle bereit gehalten. Zum Abtrocknen der Instrumente nach den Prüfungen in Petroleummischungen sind andere Tücher zu benutzen als zum Abtrocknen nach Prüfungen in Wasseralkohol- und Glycerinmischungen.

Die aräometrischen Prüfungen sind für jede Scalenstelle zu wiederholen, und zwar in der nämlichen Reihenfolge der Instrumente. Die Mittel aus beiden Prüfungen sind als maßgebend zu betrachten, nachdem die Mittel der Ablesungen der Normale, gemäß den für dieselben den Aichungsstellen bekannt gegebenen Fehlern, verbessert worden sind. Zwischen zwei Ablesungen des Gebrauchsnormals dürfen nicht mehr als fünf Instrumente abgelesen werden. Nach der Einsenkung eines Instrumentes soll bis zur Ablesung mindestens eine Minute gewartet werden. Die Ablesung geschieht nach, durch Schätzung zu ermittelnden, Zehnteln eines Scalentheiles.

4. Hinsichtlich etwa nöthiger zusätzlicher Prüfungen gelten alle für die Alkoholometer erlassenen Vorschriften.

5. Hinsichtlich der Stempelung ist lediglich hinzuzufügen, daß die Spindeln außer dem Strich oben an der Scale auch noch einen solchen unten an derselben erhalten.

6. Die Gebrauchsnormale der Aichungsstellen sind von der Normalaichungscommission zu beziehen. Controlnormale werden nicht ausgegeben, dagegen soll jede zum Aichen von Aräometern berechtigte Aichungsstelle sich im Besitz eines doppelten Satzes von Gebrauchsnormalen befinden. Zugleich mit den Gebrauchsnormalen werden Verzeichnisse von deren Fehlern ausgegeben.

Die Gebrauchsnormale der Aräometer bestehen in jedem Satz aus sechs Spindeln, welche nach 70 Einheiten der dritten Decimale der Dichte abgestuft, in halbe Einheiten dieser Decimale getheilt sind und zusammen die Dichten 0,59 bis 1,02 enthalten.

Die Gebrauchsnormale der Thermometer reichen von -1^{0} bis $+51^{0}$; die Grade sind in Zehntel getheilt.

Alljährlich soll von der Aichungsstelle eine Vergleichung der beiden Gebrauchsnormale der Aräometer für jede Spindel an je einem Punkte stattfinden und bei den Gebrauchsnormalen für Thermometer eine Bestimmung des Eispunktes vorgenommen werden.

Zeigen sich nach Verbesserung der Ablesungen gemäß den in den beigegebenen Fehlertafeln verzeichneten Fehlern, bei den Gebrauchsnormalen für Aräometer Abweichungen zwischen den beiden Sätzen, bei denjenigen für Thermometer Veränderungen in der Lage des Eispunktes, welche die Hälfte eines kleinsten Theilabschnittes der betreffenden Scalen überschreiten, so ist hierüber der Normalaichungscommission Mittheilung zu machen.

7. Herausgreifende Nachprüfungen werden von der Normalaichungscommission wie bei den Thermoalkoholometern ausgeführt werden.

8. Als Muster für die Aich-, Rückgabe- und Befundscheine, sowie für die Geschäftsübersichten gelten die für Gewichtsalkoholometer vorgeschriebenen mit dem Unterschiede, daß darin nicht die Art, sondern der Umfang der Theilung nach §. 1 der Bekanntmachung angegeben wird.

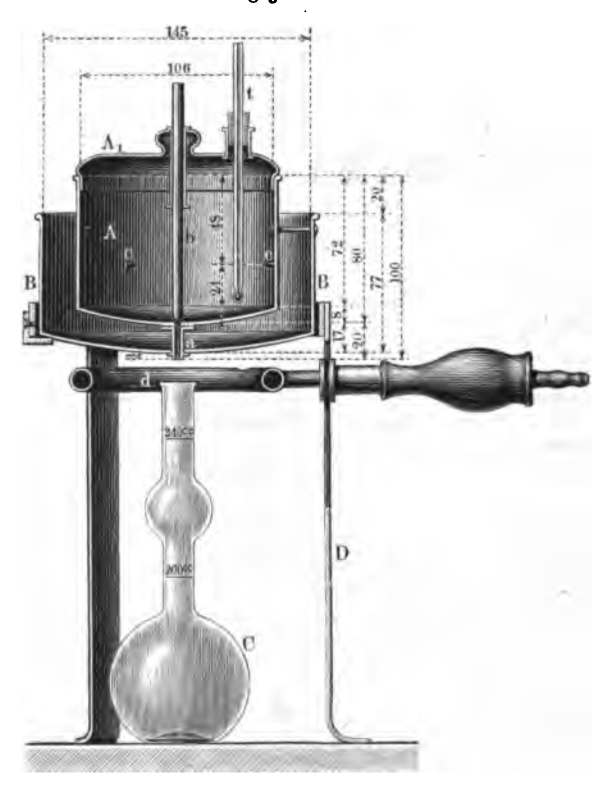
Bestimmung der Viscosität.

Der Apparat von Engler zur Bestimmung der Viscosität der Mineralöle hat jetzt die folgende, allein als gültig anerkannte Form erhalten, wobei jedoch bemerkt sei, daß die in allen ihren wesentlichen Theilen übereinstimmenden älteren Viscosimeter der Firma C. Desaga in Heidelberg (s. S. 297), sofern sie die Aichmarke der Versuchsanstalt (K) Karlsruhe tragen, noch immer als richtig anerkannt werden, eine Construction, mit welcher auch die folgende im Wesentlichen übereinstimmt.

Das Gefäß zur Aufnahme des zu prüfenden Oeles besteht in einer flachen, mittelst Deckel A_1 zu verschließenden Kapsel A aus Messingblech, deren Form und Dimensionen aus Fig. 365 hervorgehen. An den conischen Boden schließt sich das genau 20 mm lange, oben 2,9 und unten 2,8 mm lichtweite Ausflußröhrchen a, welches für genaue Normalbestimmungen aus Platin, für gewöhnliche Zwecke jedoch aus Messing verfertigt ist, an; es kann mittelst des nach unten conisch zugespitzten Ventilstiftes b aus Hartholz verschlossen oder geöffnet werden. Drei Niveaumarken c sind in gleicher Höhe vom Boden des Behälters angebracht und dienen gleichzeitig zum Abmessen der Oelprobe und zur Beurtheilung richtiger horizontaler Aufstellung der Kapsel A. Bis zu den Niveaumarken muß letztere 240 ccm fassen, was bei schwach ausgebauchter Form des Bodens unter Festhaltung der durch die Zeichnung gegebenen Dimensionen der Fall ist. Thermometer t dient zum Ablesen der Temperatur des Versuchsöles. Kapsel A ist von einem oben offenen Mantel BB aus Messingblech umgeben, welcher zur Aufnahme eines schweren Mineralöles behufs Erwärmung des Inhaltes von A bis auf Temperaturen von 150° dient. Damit die Oele während des Auslaufs sich nicht zu sehr abkühlen, ragt das Röhrchen a nur 3 mm aus dem Mantel B hervor; für Beobachtung der Temperatur des äußeren Oeles ist mittelst Halters an BB ebenfalls ein Thermometer angebracht. Ein Dreifuß D dient als Träger des Ganzen, trägt außerdem noch den Gasring d, mittelst dessen vier Gasflämmchen das Oel auf die richtige Temperatur gebracht, bezw. darauf erhalten wird. Endlich steht unter dem Auslaufröhrchen der Meßkolben C; derselbe zeigt an seinem Halse zwei Marken, die eine bei 200 ccm, die andere bei 240 ccm, und damit der Hals und somit auch der Auslaufstrahl nicht zu lang werde, was die Genauigkeit des Versuches beeinträchtigen würde, ist eine Ausbauchung angeblasen.

Aichung und Prüfung des Apparates, sowie Ausführung des Versuches, geschehen im Wesentlichen nach derselben Methode, wie schon oben beschrieben. Wiederholt wird darauf aufmerksam gemacht, daß nur Apparate mit genauen

Fig. 365.



Dimensionen, wie sie hier angegeben sind, und welche die vorn bezeichnete Aichmarke tragen, Garantie für Zuverlässigkeit der Resultate bieten, auch muß auf Durchführung des Versuches die größte Sorgfalt verwendet werden. Wennmöglich bediene man sich dabei eines Chronoskopes.

Sachregister.

C.

D.

E.

F.

Personenregister.

E.

F.

G.

H.

J.

K.

L.

Berichtigungen.

1. Die Titel „Oesterr. Chemiker- und Technikerzeitung“ sowie „Chemiker- und Technikerzeitung“ gelten für dieselbe Zeitschrift.
2. Seite 149, Zeile 2 v. u. lies Leichtöle statt Leuchtöle.
3. „ 188, „ 19 v. o. „ Lissenko statt Lisseuko.
4. „ 193, „ 12 v. o. „ 124,72 $k a^{\varphi} (a^{t} - 1)$ statt 124,72 $k a^{S} (a^{t} - 1)$.
5. „ 193, „ 14 v. o. „ 124,72 $k a^{\varphi} (a^{t} - 1)$ „ 124,72 $k a^{S} (a^{t} - 1)$.
6. „ 200, „ 20 v. u. „ Ragosin statt Ragosine.
7. „ 206, „ 19 v. o. „ Mineralölfabrikation statt Mineralfabrikation.
8. „ 224, „ 7 v. o. „ 3,15 m-Ctr. statt 315 m-Ctr.
9. „ 246, „ 1 v. u. „ $s_{,,}$ statt s_2.
10. „ 338, „ 22 v. o. „ ungetrennt statt umgekehrt.
11. „ 342, „ 13 v. o. „ Giroud statt Girond.
12. „ 433, „ 16 v. u. „ „Westvirginiaöl“ statt „Westvirginaöl“.
13. „ 514, „ 4 v. o. „ bei b resp. B statt bei b.

Handbuch

der

chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet
und herausgegeben
von
Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von
Dr. C. Engler,
Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Ersten Bandes zweite Gruppe, zweite Abtheilung:

Die Industrie der Mineralöle.

Erster Theil:

Die Erdöl-Industrie

von
Hans Höfer und Ferd. Fischer.

Erste Lieferung:

Das Erdöl (Petroleum) und seine Verwandten

von
Hans Höfer,
ord. öff. k. k. Professor an der k. k. Bergakademie Leoben &c.

Mit eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1888.

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit der Herren Herausgeber, der Herren Mitarbeiter und der Verlagshandlung lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

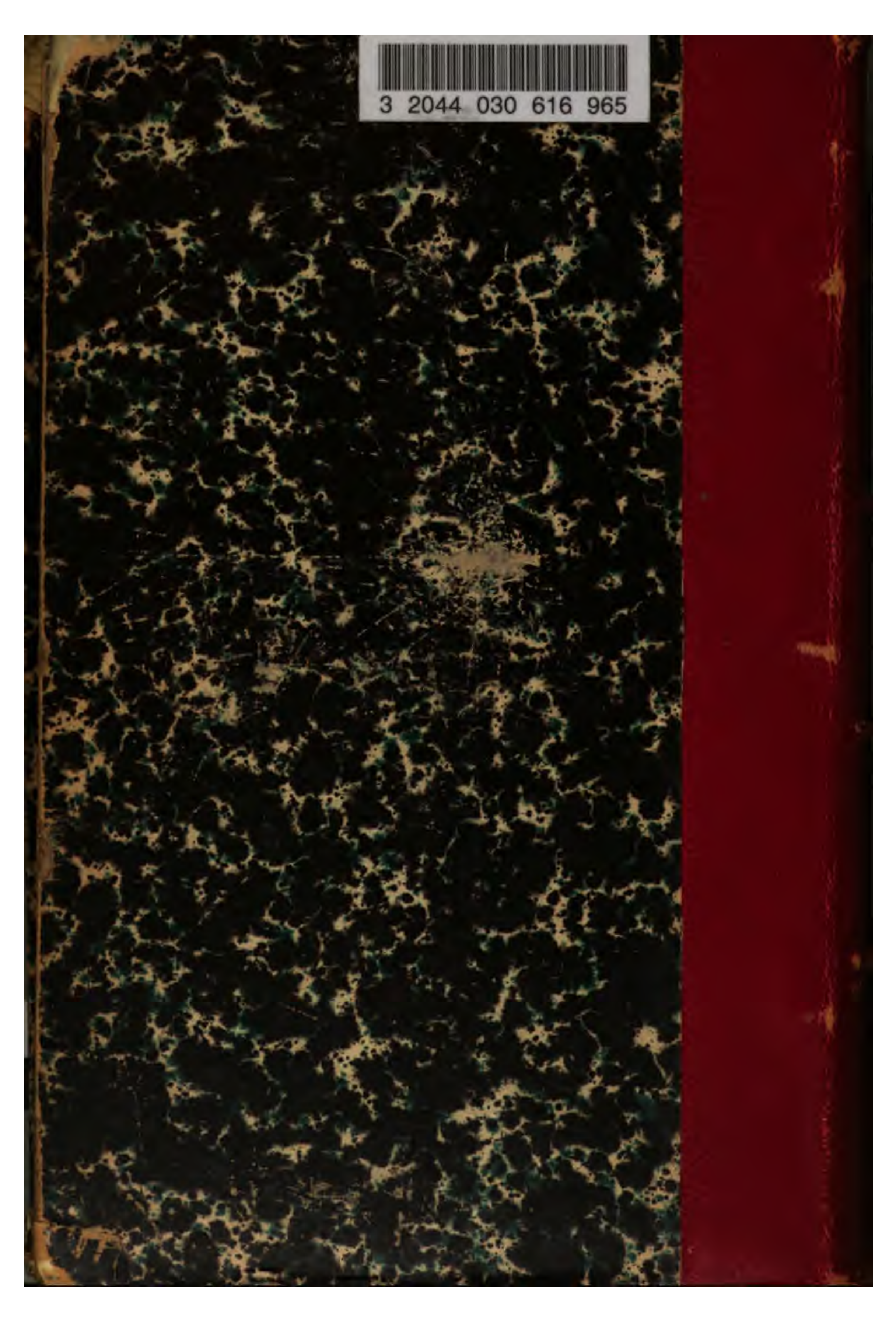
Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden;
5. Die rasche Erscheinung ist durch das Zusammenwirken vieler und ausgezeichneter Kräfte gesichert.

Friedrich Vieweg und Sohn.




3 2044 030 616 965